

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-028575

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G01N 27/41
G01N 27/409

(21)Application number : 10-197174

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 13.07.1998

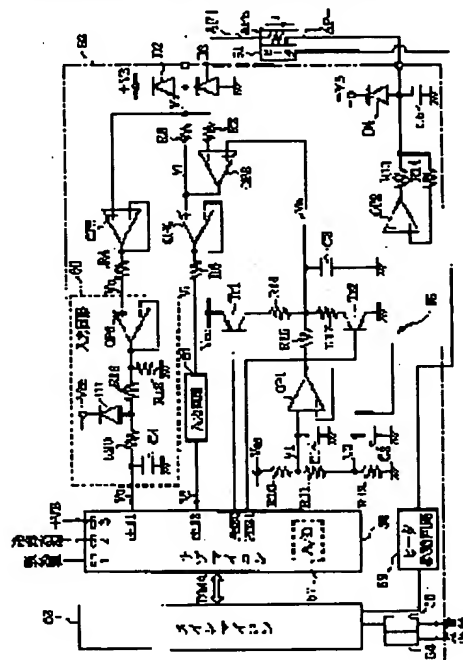
(72)Inventor : HONDA TAKAYOSHI

(54) DETECTOR FOR ELEMENT IMPEDANCE OF OXYGEN CONCENTRATION SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the lowering of detection precision for an oxygen concentration by shortening a time coefficient of an element impressed voltage for detecting an oxygen concentration sensor element impedance.

SOLUTION: A sub-microcomputer 56 conducts at least twice times sweep processing for switching an element impressed voltage V_o from a reference voltage to a sweep voltage, when an element impedance of an oxygen concentration sensor AFS is detected once, and a time coefficient per one time is shortened by A/D-converting only either of the voltage V_o or an element current detecting voltage V_i during one sweep. Since a sensor drive circuit 59 controls the voltage V_o not to vary by an element current (oxygen concentration), even when detection from the voltage V_o and detection for the voltage V_i and carried out by separate sweeps, an detection result substantially same to that in the case, where the detections for these two voltages are conducted during one sweep is provided to detect the element impedance based on the detection result.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号
特開2000-28575
(P2000-28575A)

(43) 公開日 平成12年1月28日 (2000.1.28)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
G 0 1 N 27/41		G 0 1 N 27/46	3 2 5 N 2 G 0 0 4
27/409			3 2 5 P
			3 2 5 Q
		27/58	B

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願平10-197174

(22) 出願日 平成10年7月13日 (1998.7.13)

(71) 出願人 000004260

株式会社デンソー

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地

(72) 発明者 本多 隆芳

愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会
社デンソー内

(74) 代理人 100098420

弁理士 加古 宗男

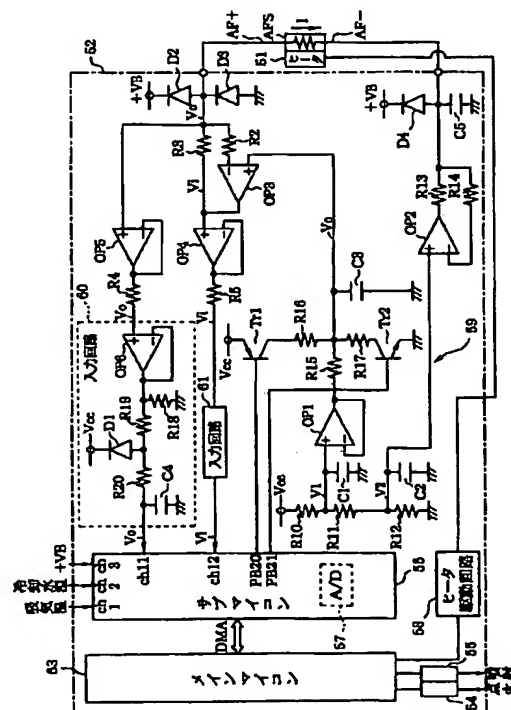
Fターム(参考) 2G004 BK05 BL08

(54) 【発明の名称】 酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置

(57) 【要約】

【課題】 酸素濃度センサの素子インピーダンスを検出するための素子印加電圧の掃引時間を短くして、酸素濃度の検出精度を低下させないようにする。

【解決手段】 サブマイコン56は、酸素濃度センサA F Sの素子インピーダンスを1回検出するに当たり、素子印加電圧 V_o を基準電圧から掃引電圧に切り換える掃引処理を少なくとも2回実施し、1回の掃引中に、素子印加電圧 V_o 又は素子電流検出用の電圧 V_i のいずれか一方のみをA/D変換することで、1回当たりの掃引時間を短くする。センサ駆動回路59は、素子印加電圧 V_o が素子電流(酸素濃度)によって変化しないように制御するため、素子印加電圧 V_o の検出と素子電流検出用の電圧 V_i の検出とを別々の掃引で行っても、これら2つの電圧の検出を1回の掃引中に行った場合と実質的に同じ検出結果が得られ、その検出結果に基づいて素子インピーダンスが検出される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 電圧が印加された素子に被検出ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる酸素濃度センサと、前記素子への印加電圧を酸素濃度検出時の電圧（以下「基準電圧」という）から素子インピーダンスを検出するための電圧（以下「掃引電圧」という）に切り換え、その時の電圧変化 ΔV_o と、その電圧変化 ΔV_o によって生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i とから前記素子インピーダンスを算出する素子インピーダンス算出手段とを備えた酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置において、

前記素子インピーダンス算出手段は、前記素子インピーダンスを 1 回検出するに当たり、前記素子印加電圧を前記基準電圧から前記掃引電圧に切り換える掃引処理を少なくとも 2 回行うことを特徴とする酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 2】 前記素子印加電圧と電流に応じた電圧とを A/D 変換する A/D 変換手段を備え、前記 A/D 変換手段は、一定期間当たりの A/D 変換回数を前記素子インピーダンスを検出する時と検出しない時とで同一に設定し、前記素子インピーダンス算出手段は、前記 A/D 変換手段の A/D 変換結果を基に前記素子インピーダンスを算出することを特徴とする請求項 1 に記載の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 3】 前記素子印加電圧と電流に応じた電圧とを A/D 変換する A/D 変換手段を備え、前記 A/D 変換手段は、所定期間内で複数回行う A/D 変換のうち少なくとも 1 回の A/D 変換タイミングは、前記素子インピーダンスを検出するか検出しないかに拘らず同一の周期に設定し、前記素子インピーダンス算出手段は、前記 A/D 変換手段の A/D 変換結果を基に前記素子インピーダンスを算出することを特徴とする請求項 1 に記載の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 4】 前記素子インピーダンス算出手段は、掃引による電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出するための 2 点の電圧の A/D 変換を連続させることを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 5】 前記素子インピーダンス算出手段は、前記素子印加電圧を前記掃引電圧に切り換えて A/D 変換を行った後に、直ちに該素子印加電圧を前記基準電圧と前記掃引電圧との電圧差分だけ該基準電圧より反対側に振った戻し電圧に切り換え、該戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後に前記基準電圧に戻すことを特徴とする請求項 2 乃至 4 のいずれかに記載の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 6】 前記素子インピーダンス算出手段は、1 回の掃引中に行う酸素濃度センサに関する A/D 変換を

1 回とすることを特徴とする請求項 2 乃至 5 のいずれかに記載の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 7】 電圧が印加された素子に被検出ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる酸素濃度センサを備え、前記素子の一方の端子への印加電圧を酸素濃度検出時の電圧から素子インピーダンスを検出するための電圧に掃引し、その時の電圧変化 ΔV_o と、その電圧変化 ΔV_o によって生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i とから前記素子インピーダンスを検出する酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置において、前記素子の端子のうち、前記印加電圧を掃引する側の端子は、電源のプラス側とマイナス側とにそれぞれダイオードを介して接続されていることを特徴とする酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 8】 電圧が印加された素子に被検出ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる酸素濃度センサを備え、前記素子の一方の端子への印加電圧を酸素濃度検出時の電圧から素子インピーダンスを検出するための電圧に掃引し、その時の電圧変化 ΔV_o と、その電圧変化 ΔV_o によって生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i とから前記素子インピーダンスを検出する酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置において、前記素子の端子のうち、前記印加電圧を掃引しない側の端子は、電源のプラス側にダイオードを介して接続されていることを特徴とする酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【請求項 9】 電圧が印加された素子に被検出ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れる酸素濃度センサと、前記素子への印加電圧を酸素濃度検出時の電圧（以下「基準電圧」という）から素子インピーダンスを検出するための電圧（以下「掃引電圧」という）に切り換え、その時の電圧変化 ΔV_o と、その電圧変化 ΔV_o によって生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i とから前記素子インピーダンスを算出する素子インピーダンス算出手段とを備えた酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置において、前記素子インピーダンス算出手段は、前記素子インピーダンスを 1 回検出するに当たり、前記素子印加電圧を前記基準電圧から前記掃引電圧に切り換える掃引処理を少なくとも 2 回行うと共に、最初の掃引でその掃引により生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出し、それ以外の掃引で前記電圧変化 ΔV_o を検出することを特徴とする酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、被検出ガス中の酸素濃度を検出する酸素濃度センサの素子インピーダンスを検出する酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】近年、例えば自動車の空燃比制御システムでは、排気ガス中の酸素濃度を酸素濃度センサにより検出し、この酸素濃度センサの検出値に基づいて、エンジンに吸入する混合気空燃比をフィードバック制御することで、触媒による排気ガス浄化性能を高めるようにしている。一般に、酸素濃度センサは、その出力電圧の温度依存性が大きいので、酸素濃度の検出精度を良好に維持するには素子温度を適温（活性温度）に保つ必要がある。そのため、酸素濃度センサにヒータを付設し、このヒータの発熱により素子温度を活性温度（例えば約600℃以上）に保つようにヒータへの通電をフィードバック制御するようにしたものがある。このシステムでは、ヒータへの通電をフィードバック制御するために素子温度を検出する必要があるが、酸素濃度センサに温度センサを配設すると、酸素濃度センサの大型化やコストアップを招いてしまう。

【0003】そこで、酸素濃度センサの素子インピーダンス（素子抵抗）が素子温度に応じて変化することに着目し、素子インピーダンスを検出し、その素子インピーダンスから素子温度を算出することが提案されている。素子インピーダンスを検出する手法としては、特開平9-292364号公報に示すように素子印加電圧 V_o を酸素濃度検出時の電圧（以下「基準電圧」という）から素子インピーダンスを検出するための電圧（以下「掃引電圧」という）に切り換え、その時の電圧変化 ΔV_o と、その電圧変化 ΔV_o によって生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i とから素子インピーダンスを検出するものがある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記酸素濃度センサシステムでは、通常は、素子電流（酸素濃度）に応じた素子電流検出用の電圧 V_i と素子印加電圧 V_o とを一定のサンプリング周期（例えば4ms周期）でA/D変換回路を通してマイクロコンピュータに取り込んで酸素濃度を検出し、素子インピーダンスを検出する時に、図18に示すように、素子印加電圧 V_o を掃引電圧に掃引する直前に、素子印加電圧 V_o と電流検出用の電圧 V_i とを順番にA/D変換し、掃引中に、再度、2つの電圧 V_o 、 V_i を順番にA/D変換する。この際、1回のA/D変換に例えば50 μ sの時間を要するため、掃引中に2回のA/D変換を行えば、掃引中に少なくとも100 μ sのA/D変換時間が必要となる。

【0005】実際のシステムでは、掃引中に V_o 、 V_i 以外のチャンネルの信号もA/D変換されることがあり、掃引中に他のチャンネルの信号のA/D変換により V_o 、 V_i のA/D変換が遅らされることもあるため、A/D変換のための時間をある程度確保しておく必要がある。また、酸素濃度の検出周期は、酸素濃度の変化に対する検出応答性を良くするために短い周期（例えば4ms周期）に設定することが好ましい。

【0006】更に、掃引時間経過後は、素子電流を速やかに通常状態に速やかに収束させるために、掃引時間経過後に素子印加電圧 V_o を基準電圧と掃引電圧との電圧差分だけ該基準電圧より反対側に振った戻し電圧に切り換えて、掃引中に酸素濃度センサの素子が有する容量成分に蓄えられた電荷の放電を促進させ、該戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持して、素子の容量成分による充電電荷を放電し終えた時点で、素子印加電圧 V_o を基準電圧に戻すようにしている。従って、掃引中に2つの電圧 V_o 、 V_i のA/D変換が他のチャンネルの信号のA/D変換により遅れることを考慮して掃引時間を長く設定すれば、それに応じて戻し時間も長くする必要があるので、掃引後に素子印加電圧 V_o を基準電圧に戻すのが益々遅くなる。このため、素子印加電圧 V_o が戻し電圧から基準電圧に戻って安定する前に、次の電圧 V_o 、 V_i のA/D変換タイミングが来てしまうおそれがあり、それによって、素子電流（酸素濃度）に応じた電圧 V_i を精度良く検出できないおそれがあり、酸素濃度の検出精度が低下するという問題が生じる。この問題を回避するために、掃引時間を短くすると、掃引中に他のチャンネルの信号のA/D変換を行うことができなくなってしまう。

【0007】本発明はこのような事情を考慮してなされたものであり、従ってその目的は、酸素濃度センサの素子インピーダンスを検出するための掃引時間を短くすることが可能となり、掃引による影響を受けずに酸素濃度を精度良く検出できると共に、掃引中に他の制御で使用する信号のA/D変換も行うことができる酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明の請求項1の酸素濃度センサ素子インピーダンス検出装置は、素子インピーダンスを1回検出するに当たり、素子印加電圧を基準電圧から掃引電圧に切り換える掃引処理を少なくとも2回行うようにしたものである。このようにすれば、素子印加電圧の検出（A/D変換）と素子電流検出用の電圧の検出（A/D変換）とを別々の掃引期間に行うことが可能となる。この場合、素子印加電圧は、素子電流（酸素濃度）によって変化しないように制御されるため、素子印加電圧の検出と素子電流検出用の電圧の検出とを別々の掃引で行っても、これら2つの電圧の検出を1回の掃引中に行った場合と実質的に同じ検出結果が得られ、その検出結果に基づいて素子インピーダンスが検出される。この結果、1回の掃引中に素子印加電圧と素子電流検出用の電圧のいずれか一方を検出するだけで良く、その分、掃引時間を従来より短くすることができて、掃引による影響を受けずに酸素濃度を精度良く検出できると共に、掃引中に他の制御で使用する信号のA/D変換も行うことができる。

【0009】この場合、1回の掃引中に素子印加電圧と

素子電流検出用の電圧のいずれか一方を検出するだけで良いことを考慮し、請求項 2 のように、一定期間当たりの A/D 変換回数を素子インピーダンスを検出する時と検出しない時とで同一に設定すると良い。このようにすれば、素子インピーダンスを検出する時に A/D 変換回数を切り換える必要がない上、A/D 変換の負荷も変わらず、A/D 変換の制御が容易となる。

【0010】更に、請求項 3 のように、所定期間内で複数回行う A/D 変換のうち少なくとも 1 回の A/D 変換タイミングは、前記素子インピーダンスを検出するか検出しないかに拘らず同一の周期に設定することが好ましい。このようにすれば、素子インピーダンスを検出すると検出しない時とで、少なくとも 1 回の A/D 変換タイミングは切り換える必要がなく、A/D 変換タイミングの制御が容易となる。

【0011】この場合、請求項 4 のように、掃引による電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出するための 2 点の素子電流検出用の電圧 V_i の A/D 変換を連続させることが好ましい。つまり、素子電流検出用の電圧 V_i は、素子印加電圧とは異なり、素子電流（酸素濃度）によって変化するため、2 点の素子電流検出用の電圧 V_i の A/D 変換を連続させることで、当該 2 点間の時間中の酸素濃度の変化による電圧 V_i のずれを少なくすることができ、掃引による電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を精度良く検出することができる。

【0012】また、請求項 5 のように、素子印加電圧を掃引電圧に切り換えて A/D 変換を行った後に、直ちに該素子印加電圧を基準電圧と掃引電圧との電圧差分だけ該基準電圧より反対側に振った戻し電圧に切り換え、該戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後に基準電圧に戻すようにしても良い。このようにすれば、掃引開始から A/D 変換終了までの時間が変化した場合でも、掃引中に A/D 変換を終了した時点で、直ちに素子印加電圧が掃引電圧から戻し電圧に切り換えられるので、掃引時間を自動的に最短の時間に設定することができる。従って、掃引時間を固定値とする場合とは異なり、予め A/D 変換終了までの時間の变化を見込んで掃引時間を長めの時間に設定する必要がない。

【0013】また、請求項 6 のように、1 回の掃引中に行う酸素濃度センサに関する A/D 変換を 1 回としても良い。このようにすれば、1 回の掃引による A/D 変換時間が短くなるため、掃引時間を短くできる。

【0014】ところで、前述した特開平 9-292364 号公報に示すように、酸素濃度センサの素子の両端子は、それぞれコンデンサを介してグラウンド側（電源のマイナス側）に接続され、各コンデンサによりサージ吸収、ノイズ除去が行われるようになっている。このような回路構成では、掃引時間を短くするほど、コンデンサの容量（時定数）の影響が大きくなって、掃引時の電圧波形のなまりが大きくなり、素子インピーダンスの検出

精度が低下する。かといって、コンデンサの容量を小さくすれば、サージ吸収、ノイズ除去の性能が低下してしまう。

【0015】この対策として、請求項 7 のように、酸素濃度センサの素子の端子のうち、印加電圧を掃引する側の端子を、電源のプラス側とマイナス側とにそれぞれダイオードを介して接続し、各ダイオードによってサージ吸収、ノイズ除去を行うようにしても良い。このようにすれば、サージ吸収、ノイズ除去の性能を十分に確保しながら、掃引時の電圧波形のなまりを抑えることができ、掃引時間の短縮化と素子インピーダンスの検出精度向上とを両立させることができる。

【0016】また、請求項 8 のように、酸素濃度センサの素子の端子のうち、印加電圧を掃引しない側の端子 A F- を電源のプラス側にダイオードを介して接続するようにしても良い。このようにすれば、電源オフ時に、端子 A F- 側に残った電圧をダイオードを介して速やかに逃がすことができ、酸素濃度センサの素子に過大な電圧がかかることを防止できる。

【0017】また、請求項 9 のように、素子インピーダンスを 1 回検出するに当たり、素子印加電圧を基準電圧から掃引電圧に切り換える掃引処理を少なくとも 2 回行うと共に、最初の掃引でその掃引により生じる電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出し、それ以外の掃引で電圧変化 ΔV_o を検出するようにしても良い。つまり、掃引時に素子印加電圧を変化させることで生じる電流変化が掃引後すぐに一定にならずに影響が残るが、最初の掃引でその電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出すれば、電流変化の影響を受けずに電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を精度良く検出することができる。

【0018】

【発明の実施の形態】 [実施形態 (1)] 以下、本発明を空燃比制御システムに適用した実施形態 (1) を図 1 乃至図 7 に基づいて説明する。酸素濃度センサ A F S は、限界電流式の酸素濃度センサ（空燃比センサ）であり、エンジンの排気通路に配置され、排気ガス中の酸素濃度（空燃比）にほぼ比例する限界電流を発生する。この酸素濃度センサ A F S は、活性温度が高く（約 600℃以上）、しかも、活性温度範囲が狭いため、排気ガスの熱のみでは、活性温度範囲を維持することが困難である。そこで、この酸素濃度センサ A F S には、ヒータ 51 を内蔵し、このヒータ 51 の発熱により酸素濃度センサ A F S の素子温度を活性温度範囲に維持するようにヒータ 51 への通電をフィードバック制御する。この際、酸素濃度センサ A F S の素子温度の情報として、後述するようにして素子インピーダンスが検出される。

【0019】次に、図 1 に基づいて酸素濃度検出システム 52 の構成を説明する。メインマイクロコンピュータ（以下「メインマイコン」と略記する）53 は、エンジン全体の制御を行う主体となるマイクロコンピュータで

あり、そのROM（図示せず）に記憶された点火・噴射制御プログラムに従って演算した点火指令信号と噴射指令信号を駆動回路54、55を介して点火装置（図示せず）と燃料噴射弁（図示せず）に出力して点火・噴射動作を制御する。このメインマイコン53には、該メインマイコン53との間でDMA（Direct Memory Access）方式でデータを送受信するサブマイクロコンピュータ（以下「サブマイコン」と略記する）56が接続されている。

【0020】このサブマイコン56は、A/D変換回路57（A/D変換手段）を内蔵し、入力ポートch1、ch2、ch3から取り込んだバッテリー電圧（+VB）、冷却水温、吸気温をA/D変換回路57でA/D変換してメインマイコン53に転送する。このサブマイコン56の出力ポートPB20、PB21は、センサ駆動回路59のトランジスタTr1、Tr2に対して、酸素濃度センサAFSの素子印加電圧Voを切り換える信号を出力する。

【0021】このサブマイコン56は、そのROM（記憶媒体）に記憶された後述する図5及び図6の割込み処理ルーチンを実行することで、入力ポートch11、ch12から所定の周期（例えば4ms周期）で酸素濃度センサAFSの素子印加電圧Voと素子電流検出用の電圧Viを取り込み、これらをA/D変換回路57でA/D変換し、そのA/D変換値に基づいて排気ガスの酸素濃度を算出すると共に、所定の周期（例えば128ms周期）で後述する掃引処理を2回行って酸素濃度センサAFSの素子インピーダンスを算出し、酸素濃度と素子インピーダンスとをメインマイコン53へ送信する。

【0022】一方、メインマイコン53は、サブマイコン56から送信されてくる排気ガスの酸素濃度に基づいて空燃比（燃料噴射量）をフィードバック制御すると共に、サブマイコン56から送信されてくる酸素濃度センサAFSの素子インピーダンスに基づいて素子温度を判定し、該素子温度を活性温度範囲（例えば約600℃以上）に維持するようにヒータ駆動回路58を介してヒータ51への通電をフィードバック制御する。

【0023】次に、酸素濃度センサAFSの素子印加電圧Voを制御するセンサ駆動回路59の構成を説明する。電源電圧Vccを3個の抵抗R10、R11、R12で分圧することで、第1電圧V1（例えば3.3V）と第2電圧V2（例えば3.0V）を発生し、これら各電圧V1、V2は、それぞれオペアンプOP1、OP2の非反転入力端子（+）に入力される。各オペアンプOP1、OP2の非反転入力端子（+）側とグラウンド側との間には、それぞれノイズ除去用のコンデンサC1、C2が接続されている。

【0024】第2電圧V2が入力されるオペアンプOP2の出力端子は、抵抗R13を介して酸素濃度センサAFSのマイナス側端子AF-に接続され、該オペアンプ

OP2の反転入力端子（-）が抵抗R14を介して酸素濃度センサAFSのマイナス側端子AF-側に接続されている。これにより、酸素濃度センサAFSのマイナス側端子AF-には、オペアンプOP2の非反転入力端子（+）に入力される第2電圧V2（例えば3.0V）が印加される。尚、酸素濃度センサAFSのマイナス側端子AF-側とグラウンド側（電源のマイナス側）との間には、ノイズ除去、サージ吸収用のコンデンサC5が接続され、マイナス側端子AF-側とバッテリー電源のプラス電圧VB側との間には、ノイズ除去、サージ吸収用のダイオードD4が接続されている。

【0025】一方、第1電圧V1が入力されるオペアンプOP1の出力端子は、抵抗R15を介して2つの抵抗R16、R17の中間接続点に接続され、この中間接続点に生じる電圧VoがオペアンプOP3の非反転入力端子（+）に入力される。一方の抵抗R16はPNP型のトランジスタTr1を介して電源電圧Vcc側に接続され、他方の抵抗R17はNPN型のトランジスタTr2を介してグラウンド側に接続されている。各トランジスタTr1、Tr2のベースは、サブマイコン56の出力ポートPB20、PB21に接続され、出力ポートPB20、PB21の出力電圧をハイレベル/ローレベルに切り換えることで、トランジスタTr1、Tr2のオン/オフを切り換える。

【0026】電圧Voが入力されるオペアンプOP3の出力端子は、シャント抵抗R3を介して酸素濃度センサAFSのプラス側端子AF+に接続され、該オペアンプOP3の反転入力端子（-）が抵抗R2を介して酸素濃度センサAFSのプラス側端子AF+側に接続されている。これにより、酸素濃度センサAFSのプラス側端子AF+には、オペアンプOP3の非反転入力端子（+）に入力される電圧Voが印加される。この電圧Voは、トランジスタTr1、Tr2をオン/オフによって次のように切り換えられる。

【0027】通常時（素子インピーダンスを検出しない時）には、2つのトランジスタTr1、Tr2が共にオフ状態に維持される。この状態では、オペアンプOP1から出力される第1電圧V1（3.3V）がそのままオペアンプOP3の非反転入力端子（+）に入力されるため、空燃比センサAFSのプラス側端子AF+には、第1電圧V1が印加される。この第1電圧V1が特許請求の範囲でいう「基準電圧」となる。

【0028】一方、掃引時には、2つのトランジスタTr1、Tr2のうち、グラウンド側のトランジスタTr2だけがオンされる。この状態では、第1電圧V1とグラウンド電位との電位差（即ち第1電圧V1）を抵抗R15と抵抗R17とで分圧した電圧（ $V1 - \Delta Va$ ）がオペアンプOP3の非反転入力端子（+）に入力されるため、空燃比センサAFSのプラス側端子AF+には、第1電圧V1よりも ΔVa だけ低い電圧（ $V1 - \Delta Va$ ）

が印加される。この電圧 ($V_1 - \Delta V_a$) が「掃引電圧」となる。

【0029】掃引後の戻し時には、2つのトランジスタ Tr_1 、 Tr_2 のうち電源電圧 V_{cc} 側のトランジスタ Tr_1 だけがオンされる。この状態では、電源電圧 V_{cc} と第1電圧 V_1 との電圧差 ($V_{cc} - V_1$) を抵抗 R_{16} と抵抗 R_{15} とで分圧した電圧 ($V_1 + \Delta V_b$) がオペアンプ OP3 の非反転入力端子 (+) に入力されるため、空燃比センサ AFS のプラス側端子 AF+ には、第1電圧 V_1 より ΔV_b だけ高い電圧 ($V_1 + \Delta V_b$) が印加される。この電圧 ($V_1 + \Delta V_b$) が「戻し電圧」となる。

【0030】尚、本実施形態 (1) では、各抵抗 R_1 、 R_5 、 R_{16} 、 R_{17} の抵抗値は、それぞれ例えば 200Ω 、 $1.5k\Omega$ 、 $3.09k\Omega$ に設定されている。これにより、基準電圧 ($V_1 = 3.3V$) に対して、掃引電圧 ($V_1 - \Delta V_a$) は $3.1V$ となり、戻し電圧 ($V_1 + \Delta V_b$) は $3.5V$ となる。従って、基準電圧から掃引電圧、戻し電圧への振り幅 ΔV_a 、 ΔV_b は共に $0.2V$ となる。

【0031】前述したように、酸素濃度センサ AFS のマイナス側端子 AF- には、抵抗 R_{11} 、 R_{12} の中間接続点に生じた第2電圧 V_2 ($3.0V$) が印加されるため、通常時には、第1電圧 V_1 と第2電圧 V_2 との電圧差 ($V_1 - V_2 = 0.3V$) が空燃比センサ AFS の両端に印加される。これにより、空燃比センサ AFS には、排気ガス中の酸素濃度に応じた電流が流れることとなる。

【0032】オペアンプ OP3 のシャント抵抗 R_3 と酸素濃度センサ AFS のプラス側端子 AF+ との間の信号経路には、バッテリー電源のプラス電圧 VB 側、グランド側 (マイナス側) に対してそれぞれサージ吸収、ノイズ除去用のダイオード D_2 、 D_3 が接続されている。

【0033】オペアンプ OP3 のシャント抵抗 R_3 には、酸素濃度センサ AFS の素子に流れる電流 I と同じ電流が流れるため、シャント抵抗 R_3 の両端電位差は、センサ電流 I に比例した値となる。このシャント抵抗 R_3 の酸素濃度センサ AFS 側の端子電圧 V_o 、即ち酸素濃度センサ AFS のプラス側端子 AF+ に印加される電圧 V_o (V_1 又は $V_1 - \Delta V_a$ 又は $V_1 + \Delta V_b$) は、オペアンプ OP5、抵抗 R_4 及び入力回路 60 を介してサブマイコン 56 の入力ポート ch_{11} に入力される。また、シャント抵抗 R_3 の空燃比センサ AFS とは反対側の端子電圧 V_i (即ち素子電流 I に応じた電圧) は、オペアンプ OP4、抵抗 R_5 及び入力回路 61 を介してサブマイコン 56 の入力ポート ch_{12} に入力される。

【0034】入力ポート ch_{11} 側の入力回路 60 は、オペアンプ OP5 の出力電圧 V_o が入力されるオペアンプ OP6 を内蔵し、このオペアンプ OP6 の出力端子が2つの抵抗 R_{19} 、 R_{20} を介して入力ポート ch_{11} に接

続され、該オペアンプ OP6 の出力端子がプルダウン抵抗 R_{18} を介してグランド側に接続されている。2つの抵抗 R_{19} 、 R_{20} の中間接続点は、過電圧保護用のダイオード D_1 を介して電源電圧 V_{cc} (例えば $5V$) 側に接続され、抵抗 R_{20} の入力ポート ch_{11} 側とグランド側との間には、ノイズ除去用のコンデンサ C_4 が接続されている。尚、入力ポート ch_{12} 側の入力回路 61 の構成も、上記入力ポート ch_{11} 側の入力回路 60 と同じ構成である。

【0035】次に、酸素濃度と素子インピーダンスの検出方法について説明する。酸素濃度の検出周期は、排気ガスの酸素濃度の変化に対する検出応答性を良くするために短い周期 (例えば $4ms$ 周期) に設定されている。一方、素子インピーダンスの検出周期は、素子温度の変化が排気ガスの酸素濃度の変化よりも緩やかであることを考慮して、比較的長い周期 (例えば $128ms$ 周期) に設定されている (図2参照)。

【0036】通常時 (素子インピーダンスを検出しない時) には、図4に示すように、 $4ms$ 周期で、素子電流検出用の電圧 V_i と素子印加電圧 V_o とを順番にサブマイコン 56 の入力ポート ch_{11} 、 ch_{12} から取り込み、サブマイコン 56 により酸素濃度を次のようにして算出する。まず、素子電流検出用の電圧 V_i と素子印加電圧 V_o との電圧差 ($V_i - V_o$) をシャント抵抗 R_3 の抵抗値 R_s で割り算することで、酸素濃度センサ AFS の素子電流 I (限界電流) を算出する。

$$I = (V_i - V_o) / R_s$$

【0037】この後、サブマイコン 56 の ROM (図示せず) に記憶された、素子電流 I をパラメータとする酸素濃度マップを検索して、その時点の素子電流 I に応じた酸素濃度を求める。

【0038】一方、素子インピーダンスの検出は、 $128ms$ 周期で次のようにして行われる。図2に示すように、素子インピーダンスを1回検出するに当たり、素子印加電圧 V_o を基準電圧から掃引電圧に切り換える掃引処理を2回実施する。更に、図3に示すように、1回の掃引中には、素子印加電圧 V_o 又は素子電流検出用の電圧 V_i のいずれか一方のみを A/D 変換する。また、A/D 変換回数及び A/D 変換タイミングは、素子インピーダンスを検出する時もそれを検出しない時と同一に設定する (V_o 、 V_i の A/D 変換は $4ms$ 当たり2回行う)。そして、掃引中に素子電流検出用の電圧 $V_i(t_4)$ を A/D 変換する場合には、電圧 V_o の A/D 変換を1回中止し、そのタイミングで電圧 $V_i(t_4)$ の A/D 変換を行う。これにより、図3に示すように掃引による電流変化 ΔI に応じた電圧変化 ΔV_i を検出するための2点の電圧 $V_i(t_3)$ 、 $V_i(t_4)$ の A/D 変換を連続して行うようにする。

【0039】素子インピーダンス Z は、サブマイコン 56 により図3に示すタイミングで A/D 変換した電圧 V

o(t2), Vi(t3), Vi(t4), Vo(t6) とシャント抵抗 R3の抵抗値Rs とを用いて次式により算出される。

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\Delta V_o}{\Delta I} = \frac{\text{素子印加電圧 } V_o \text{ の変化分}}{\text{通常時の電流} - \text{掃引時の電流}} \\
 &= \frac{V_o(t2) - V_o(t6)}{\frac{V_i(t3) - V_o(t2)}{R_s} - \frac{V_i(t4) - V_o(t6)}{R_s}} \\
 &= \frac{\{V_o(t2) - V_o(t6)\} \times R_s}{\{V_i(t3) - V_o(t2)\} - \{V_i(t4) - V_o(t6)\}} \\
 &= \frac{\{V_o(t2) - V_o(t6)\} \times R_s}{\{V_i(t3) - V_i(t4)\} - \{V_o(t2) - V_o(t6)\}} \\
 &= \frac{\Delta V_o \times R_s}{\Delta V_i - \Delta V_o}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{但し、} \Delta V_o &= V_o(t2) - V_o(t6) \\
 \Delta V_i &= V_i(t3) - V_i(t4)
 \end{aligned}$$

【0041】また、素子インピーダンスZを検出する時には、掃引前にA/D変換した素子印加電圧Vo(t2)を用いて素子電流I（酸素濃度）が検出される。つまり、1回目の掃引時には、素子電流Iは、 $I = \{V_i(t3) - V_o(t2)\} / R_s$ となり、2回目の掃引時には、素子電流Iは、 $I = \{V_i(t5) - V_o(t2)\} / R_s$ となる。これにより、素子インピーダンス検出時にも、4ms当たり1回の割合で素子電流I（酸素濃度）が検出される。

【0042】この場合、素子インピーダンスZや素子電流Iを検出する際に、素子印加電圧Voの検出タイミングが素子電流検出用の電圧Viの検出タイミングから離れることになるが、センサ駆動回路59により、素子印加電圧Voは、素子電流I（酸素濃度）によって変化しないように制御されるため、素子印加電圧Voの検出タイミングが素子電流検出用の電圧Viの検出タイミングから少しぐらい離れても、素子電流検出用の電圧Viの検出タイミングの近くで素子印加電圧Voを検出した場合と実質的に同じ検出結果が得られる。但し、時間が長くなれば、抵抗R10～R17の温度特性等によって素子印加電圧Voがずれることがあるため、通常時には、素子印加電圧Voも、素子電流検出用の電圧Viと共に4ms周期でA/D変換して、素子印加電圧Voの検出値を更新する。

【0043】ところで、掃引後に素子印加電圧Voを基準電圧に復帰させる際に、掃引電圧から基準電圧へ直接切り換えると、酸素濃度センサAFSの素子が有する容量成分に蓄えられた電荷の影響により、素子電流Iは素子印加電圧Voの復帰直後においてピーク電流を発生し、結果として通常の電流値に収束するまでの時間が長

くなる。

【0044】そこで、本実施形態（1）では、掃引後に、素子電流Iを通常状態に速やかに収束させるために、掃引時間経過後に素子印加電圧Voを基準電圧と掃引電圧との電圧差分だけ該基準電圧より反対側に振った戻し電圧に切り換えることで、素子の容量成分における電荷の放電を促進させる。更に、戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後に素子印加電圧Voを基準電圧に戻すことで、素子の容量成分による充電電荷を放電し終えと同時に素子印加電圧Voを基準電圧に戻して、素子電流Iを通常状態に速やかに収束させる。

【0045】以上説明した図2乃至図4に示す処理は、図5乃至図7に示す各ルーチンに従ってサブマイコン56によって実行され、これら各ルーチンによって特許請求の範囲でいう素子インピーダンス算出手段としての役割が果たされる。

【0046】図5に示す割込み処理ルーチンは、割込み信号が発生する毎に起動される。本ルーチンが起動されると、まずステップ101で、処理カウンタCNTの下位4ビットが「\$0」又は「\$8」か否かで、基準時刻か否かを判定する。ここで、処理カウンタCNTは、図2に示すように、素子インピーダンスの検出周期（128ms）をカウントする例えば8桁のバイナリカウンタであり、素子インピーダンスを検出する際に、1回目の掃引を行う時に、0にクリアされ、その後、処理カウンタCNTの値が\$FF（つまり128ms）になった時点で、次の素子インピーダンスの検出のための掃引を開始する。この処理カウンタCNTの値によって、A/D変換するデータの種類の判別される。

【0047】上記ステップ101で、基準時刻と判定されると、ステップ102に進み、サブマイコン56の入

力ポートch1からバッテリー電圧(+VB)を取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。この後、ステップ103で、処理カウンタCNTの現在のカウンタ値を「\$06」だけ増加させる。これにより、処理カウンタCNTの値が素子電流検出用の電圧ViのA/D変換を指示する値に更新される。この後、ステップ104に進み、2700μs後に素子電流検出用の電圧Viを取り込むための割込みをセットし、本ルーチンを終了する。

【0048】この後、2700μsが経過すると、本ルーチンの割込み処理が再び開始される。この場合は、ステップ101で「No」と判定されるため、ステップ105に進み、処理カウンタCNTの値が「\$06」又は「\$0E」であるか否かで、掃引処理を開始するか否かを判定する。掃引処理を開始する場合(ステップ105で「Yes」の場合)には、ステップ108に進み、サブマイコン56の入力ポートch12から素子電流検出用の電圧Viを取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。この後、ステップ109で、素子印加電圧Voを基準電圧(3.3V)から掃引電圧(3.1V)に切り換える掃引処理を行う。

【0049】この後、ステップ110で、酸素濃度(素子電流I)を算出し、続くステップ111で、この酸素濃度をメインマイコン53へ送信する。この後、ステップ112で、処理カウンタCNTの現在のカウンタ値を「\$01」だけ増加させる。これにより、処理カウンタCNTの値が次のA/D変換タイミングを指示する値に更新される。この後、ステップ113で、135μs後にA/D変換を行うための割込みをセットし、本ルーチンを終了する。

【0050】一方、上記ステップ105で、掃引処理を開始しないと判定された場合には、ステップ106に進み、処理カウンタCNTの下位4ビットが「\$6」又は「\$E」か否かで、通常時の素子電流検出用の電圧Viの取込みタイミングであるか否かを判定する。もし、通常時の素子電流検出用の電圧Viの取込みタイミングと判定されれば、ステップ107に進み、サブマイコン56の入力ポートch12から素子電流検出用の電圧Viを取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換した後、上述したステップ110~113の処理を行い、酸素濃度(素子電流I)の算出から割込みセットまでの一連の処理を行って本ルーチンを終了する。

【0051】一方、ステップ106で、素子電流検出用の電圧Viの取込みタイミングでないと判定された場合には、図6のステップ114に進み、処理カウンタCNTの値が「\$07」か否かで、掃引中の素子電流検出用の電圧Viの取込みタイミング(1回目の掃引中)であるか否かを判定する。もし、掃引中の素子電流検出用の電圧Viの取込みタイミングと判定されれば、ステップ115に進み、サブマイコン56の入力ポートch12

から素子電流検出用の電圧Viを取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。A/D変換後に、直ちにステップ116に進み、図7に示す戻し処理ルーチンを起動する。

【0052】この戻し処理ルーチンでは、まずステップ131で、素子印加電圧Voを基準電圧(3.3V)と掃引電圧(3.1V)との電圧差分だけ該基準電圧より反対側に振った戻し電圧(3.5V)に切り換え、この戻し電圧を掃引時間(本実施形態では185μs)と同じ時間だけ保持する(ステップ132)。この後、185μs経過すると、ステップ133に進み、素子印加電圧Voを基準電圧に戻す。

【0053】戻し処理ルーチンの起動後、図6のステップ117に進み、処理カウンタCNTの現在のカウンタ値を「\$01」だけ増加させる。これにより、処理カウンタCNTの値が次のバッテリー電圧のA/D変換(基準時刻)を指示する値に更新される。この後、ステップ118で、基準時刻の割込みをセットし、本ルーチンを終了する。

【0054】一方、前記ステップ114で「No」の場合、ステップ119に進み、処理カウンタCNTの値が「\$0F」か否かで、掃引中の素子印加電圧Voの取込みタイミング(2回目の掃引中)であるか否かを判定する。もし、掃引中の素子印加電圧Voの取込みタイミングと判定されれば、ステップ120に進み、サブマイコン56の入力ポートch11から素子印加電圧Voを取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。A/D変換後に、直ちにステップ121に進み、上述した図7の戻し処理ルーチンを起動し、素子印加電圧Voを戻し電圧に切り換え、これを掃引時間と同じ時間だけ保持した後、素子印加電圧Voを基準電圧に戻す。

【0055】戻し処理ルーチンの起動後、ステップ122に進み、前述した[数1]式を用いて素子インピーダンスZを算出した後、ステップ123で、この素子インピーダンスZをメインマイコン53へ送信する。その後、ステップ117、118で、処理カウンタCNTの更新と基準時刻の割込みセットを行い、本ルーチンを終了する。

【0056】一方、前記ステップ119で「No」の場合には、通常時の素子印加電圧Voの取込みタイミングと判断して、ステップ124に進み、サブマイコン56の入力ポートch11から素子印加電圧Voを取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。その後、ステップ117、118で、処理カウンタCNTの更新と基準時刻の割込みセットを行い、本ルーチンを終了する。

【0057】以上説明した本実施形態(1)によれば、素子インピーダンスを1回検出するに当たり、素子印加電圧Voを基準電圧から掃引電圧に切り換える掃引処理を2回実施し、1回の掃引中に、素子印加電圧Vo又は

素子電流検出用の電圧 V_i のいずれか一方のみを A/D 変換するようにしたので、掃引時間を従来より短くすることができ、掃引による影響を受けずに酸素濃度を精度良く検出できると共に、掃引中に他のチャンネルの信号の A/D 変換も行うことができる。但し、本発明は、掃引中に他のチャンネルの信号の A/D 変換を行わないようにしても良いことは言うまでもない。

【0058】また、本実施形態(1)では、素子インピーダンスを検出する時も、A/D 変換回数及び A/D 変換タイミングを素子インピーダンスを検出しない時と同一に設定するようにしたので、素子インピーダンスを検出する時に A/D 変換回数及び A/D 変換タイミングを切り換える必要がなく、A/D 変換の制御が容易となる。

【0059】しかも、掃引による電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を検出するための 2 点の素子電流検出用の電圧 V_i の A/D 変換を連続させるようにしたので、当該 2 点間の時間中の酸素濃度の変化による電圧 V_i のずれを少なくすることができ、掃引による電流変化に応じた電圧変化 ΔV_i を精度良く検出することができ、素子インピーダンスを精度良く検出することができる。

【0060】更に、素子印加電圧 V_o を掃引電圧に切り換えて A/D 変換を行った後に、直ちに該素子印加電圧 V_o を戻し電圧に切り換えるようにしたので、掃引時間を最短の時間に設定することができる。しかも、掃引後に、戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後に基準電圧に戻すようにしたので、戻し電圧の保持時間を掃引時間に合わせて適正化することができ、素子印加電圧 V_o を速やかに基準電圧に復帰させることができる。

【0061】尚、本実施形態(1)では、掃引開始から V_i 又は V_o を取り込むまでの時間が $135\mu s$ 、A/D 変換の時間が $50\mu s$ であることを考慮して、掃引時間を一定 ($185\mu s$) に設定したが、素子劣化や素子温度の変化により素子電流の応答性が変化することを考慮し、掃引開始から V_i 又は V_o を取り込むまでの時間 (A/D 変換の開始タイミング) を素子劣化や素子温度の変化に応じて可変設定し、 V_i 又は V_o の A/D 変換後に、直ちに素子印加電圧を戻し電圧に切り換え、該戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後に基準電圧に戻すようにしても良い。このようにすれば、素子劣化や素子温度の変化に応じて掃引時間や A/D 変換タイミングを適正化することができ、素子劣化や素子温度の変化による A/D 変換値のずれを少なくすることができ、素子インピーダンスの検出精度を更に向上できる。しかも、掃引開始から A/D 変換終了までの時間が変化した場合でも、掃引中に A/D 変換を終了した時点で、直ちに素子印加電圧を掃引電圧から戻し電圧に切り換えるようにすれば、掃引時間を自動的に最短の時間に設定することができる。従って、掃引時間を固定値とする場合とは異なり、予め A/D 変換終了までの時間の変化を

見込んで掃引時間を長めの時間に設定する必要がない。

【0062】ところで、図 1 に示す回路構成例では、酸素濃度センサ AFS のプラス側端子 AF+ 側のサージ吸収、ノイズ除去用の素子として、以下の理由でダイオード D2、D3 を用いている。すなわち、プラス側端子 AF+ 側は、素子インピーダンス検出のために、掃引、戻し処理を行う。特に、本実施形態(1)では、掃引時間を従来より短くできるため、特開平 9-292364 号公報のように、プラス側端子 AF+ 側にサージ吸収、ノイズ除去用のコンデンサを接続すると、掃引、戻し時の電圧波形がコンデンサの容量 (時定数) によりなまってしまう、素子インピーダンスの検出精度が低下してしまう。かといって、コンデンサの容量を小さくすれば、サージ吸収、ノイズ除去の性能が低下してしまう。

【0063】そこで、本実施形態(1)では、プラス側端子 AF+ 側のサージ吸収、ノイズ除去をダイオード D2、D3 により行う。これにより、サージ吸収、ノイズ除去の性能を十分に確保しながら、掃引、戻し時の電圧波形のなまりを抑えることができ、掃引時間の短縮化と素子インピーダンスの検出精度向上とを両立させることができる。

【0064】一方、酸素濃度センサ AFS のマイナス側端子 AF- 側は、一定電圧 (3.0V) に固定され、急に電圧を変化させることがないため、マイナス側端子 AF- 側とグランド側との間には、ノイズ除去、サージ吸収用のコンデンサ C5 を接続すれば良い。

【0065】ところで、酸素濃度センサ AFS への印加電圧がオフされる時 (電源オフ時) に、電源 VB 電圧が低下する過程で、プラス側端子 AF+ 側に残った電圧が VB 電圧より高くなったときに、ダイオード D2 を通して電源 VB 側に逃がされる。酸素濃度センサ AFS のマイナス側端子 AF- 側には、コンデンサ C5 が接続されているため、仮に、マイナス側端子 AF- 側と電源 VB 側との間にダイオード D4 が接続されていないとすると、電源オフ時に、マイナス側端子 AF- 側に残った電圧 (特にコンデンサ C5 の充電電圧) が長い時間、保持されてしまい、酸素濃度センサ AFS に過大な電圧がかかることになる。

【0066】これに対し、図 1 の構成例では、マイナス側端子 AF- 側と電源 VB 側との間にダイオード D4 が接続されているため、電源オフ時に、マイナス側端子 AF- 側に残った電圧をダイオード D4 を通して電源 VB 側に速やかに逃がすことができ、酸素濃度センサ AFS に過大な電圧がかかることを防止できる。尚、コンデンサ C5 の代わりにダイオードを用いても良い。

【0067】〔実施形態(2)〕上記実施形態(1)は、酸素濃度センサ AFS が 1 つだけ接続されたものであったが、一般に 2 系統の排気管を有するエンジン (例えば V 型 6 気筒エンジンや V 型 8 気筒エンジン等) では、各排気管毎に酸素濃度センサが取り付けられる。従

って、このように2つの酸素濃度センサAFSを備えたエンジンの場合には、図1に示したセンサ回路（サブマイコン56とメインマイコン53を除く回路部分）を、2つの酸素濃度センサAFSに対応して2組設けるように構成することが考えられる。しかし、このような構成にすると、センサ回路の規模が図1に示したものに対してほぼ2倍になってしまう。

【0068】そこで、2つの酸素濃度センサAFSを備えたシステムに本発明を適用する場合には、図8乃至図17に示す実施形態（2）のように構成すると良い。まず、図8に基づいて本実施形態（2）の回路構成を説明する。図8において、図1と同じ回路素子及び同じ電圧信号については、同一の符号を付している。また、図1に対して同様の役割で追加された回路素子及び電圧信号については、図1で用いた符号に「'」を追記した符号を付している。以下、図1と異なる部分について説明する。

【0069】センサ回路（サブマイコン56とメインマイコン53を除く回路部分）については、図8に点線で囲んだ部分70（素子印加電圧 V_o 、 V_o' を切り換える部分）を2つの酸素濃度センサAFS、AFS'に対して共通化し、サブマイコン56の2つの出力ポートPB20、PB21の出力電圧を切り換えることで、2つの酸素濃度センサAFS、AFS'のプラス側端子に印加する電圧（素子印加電圧） V_o 、 V_o' を同時に切り換えるようにしている。また、2つの酸素濃度センサAFS、AFS'のマイナス側端子には、共通回路部70内で生成した第2電圧 V_2 （例えば3.0V）が印加される。

【0070】上述した共通回路部70以外の回路部分は、2つの酸素濃度センサAFS、AFS'に対応して2組設けられている。また、サブマイコン56は、2つの入力ポートch21、ch22が追加され、2つの酸素濃度センサAFS、AFS'の素子印加電圧 V_o 、 V_o' と素子電流検出用の電圧 V_i 、 V_i' を4つの入力ポートch11、ch12、ch21、ch22から取り込むようにしている。

【0071】次に、本実施形態（2）の酸素濃度と素子インピーダンスの検出方法について説明する。以下の説明では、第1の酸素濃度センサAFSの素子印加電圧 V_o 、素子電流検出用の電圧 V_i 、素子インピーダンス、酸素濃度（素子電流）をそれぞれAFS側素子印加電圧 V_o 、AFS側素子電流検出用の電圧 V_i 、AFS側素子インピーダンス、AFS側酸素濃度（AFS側素子電流）と表記し、第2の酸素濃度センサAFS'の素子印加電圧 V_o' 、素子電流検出用の電圧 V_i' 、素子インピーダンス、酸素濃度（素子電流）をそれぞれAFS'側素子印加電圧 V_o' 、AFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' 、AFS'側素子インピーダンス、AFS'側酸素濃度（AFS'側素子電流）と表記する。

【0072】各酸素濃度センサAFS、AFS'の酸素濃度の検出周期は前記実施形態（1）と同じく4msに設定され、各酸素濃度センサAFS、AFS'の素子インピーダンスの検出周期も、前記実施形態（1）と同じく128msに設定されているが、図9に示すように、各酸素濃度センサAFS、AFS'の素子インピーダンスの検出は、64ms毎に交互に行われる。

【0073】従って、本実施形態（2）では、図9に示すように、64ms毎に掃引が2回ずつ行われる。図9に示すタイミング1（AFS側素子インピーダンス検出時）では、図10に示すように、掃引を2回実施し、前記実施形態（1）と同じく、1回目の掃引の直前と掃引中に、AFS側素子電流検出用の電圧 V_i を2回連続してA/D変換するようにA/D変換の順序を入れ替え（つまり、 t_3 のタイミングまでは、 $V_i \rightarrow V_i'$ の順にA/D変換するが、 t_4 のタイミング以降、 $V_i' \rightarrow V_i$ の順にA/D変換する）、2回目の掃引中にAFS側素子印加電圧 V_o をA/D変換する。AFS側素子インピーダンスは、図10に示す $V_o(t_3)$ 、 $V_i(t_5)$ 、 $V_i(t_6)$ 、 $V_o(t_9)$ を用いて、前記実施形態（1）と同様の方法で算出する。AFS側素子電流（酸素濃度）についても、前記実施形態（1）と同様の方法で、4ms当たり1回の割合で算出する。

【0074】このタイミング1では、AFS'側素子電流（酸素濃度）は、AFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' を検出する毎に、AFS'側素子印加電圧 V_o' （ t_o ）を用いて算出する。つまり、\$1Fタイミングで、次のAFS'側素子印加電圧 V_o' がA/D変換されるまでの間、 V_o' （ t_o ）の値を用いて、AFS'側素子電流を算出することになるが、前記実施形態（1）で述べたように、 V_o' は変化しない電圧であるため、何ら問題はない。AFS側素子電流は、前記実施形態（1）と同様に、\$FFタイミングのAFS側素子印加電圧 V_o を用いる。以上説明したタイミング1では、素子インピーダンスと酸素濃度の検出のためのA/D変換は、4ms当たり3回行われる。

【0075】図9に示すタイミング2（通常時①）では、図11に示すように、4ms周期で、2つの酸素濃度センサAFS、AFS'の素子電流検出用電圧 V_i 、 V_i' を順番にA/D変換するが、素子印加電圧 V_o 、 V_o' については、8ms周期でA/D変換する。この際、素子印加電圧 V_o 、 V_o' のA/D変換タイミングを互いに4msずらすことで、タイミング2でも、上記タイミング1と同じく、酸素濃度の検出のためのA/D変換は、4ms当たり3回行われる。各酸素濃度センサAFS、AFS'の素子電流（酸素濃度）は、それぞれ8ms周期でA/D変換した素子印加電圧 V_o 、 V_o' を用いて、4ms周期で算出される。

【0076】図9に示すタイミング3（AFS'側素子インピーダンス検出時）では、図12に示すように、掃

引を2回実施し、1回目の掃引の直前と掃引中に、AFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' を2回連続してA/D変換するようにA/D変換の順序を入れ替え(つまり、 t_3 のタイミングまでは、 $V_i' \rightarrow V_i$ の順にA/D変換するが、 t_4 のタイミング以降、 $V_i \rightarrow V_i'$ の順にA/D変換する)、2回目の掃引中にAFS'側素子印加電圧 V_o' をA/D変換する。AFS'側素子インピーダンスは、図12に示す $V_o'(t_3)$ 、 $V_i'(t_5)$ 、 $V_i'(t_6)$ 、 $V_o'(t_9)$ を用いて、前記実施形態(1)と同様の方法で算出する。AFS'側素子電流(酸素濃度)について、前記実施形態(1)と同様の方法で4ms当たり1回の割合で算出する。AFS側素子電流(酸素濃度)は、AFS側素子電流検出用の電圧 V_i を検出する毎に、AFS側素子印加電圧 $V_o(t_0)$ を用いて算出する。このタイミング3でも、タイミング1と同じく、素子インピーダンスと酸素濃度の検出のための4ms当たり3回行われる。

【0077】図9及び図13に示すタイミング4(通常時②)は、図11に示すタイミング2(通常時①)と比較して、A/D変換の順序を入れ替えた点異なるのみである。つまり、図11に示すタイミング2のA/D変換の順序は、

+VB \rightarrow $V_i' \rightarrow V_i \rightarrow V_o \rightarrow$ +VB $\rightarrow V_i' \rightarrow V_i \rightarrow V_o'$

であるのに対し、図13に示すタイミング4のA/D変換の順序は、

+VB $\rightarrow V_i \rightarrow V_i' \rightarrow V_o' \rightarrow$ +VB $\rightarrow V_i \rightarrow V_i' \rightarrow V_o$

である。このように、A/D変換の順序を入れ替えることで、タイミング1やタイミング3の所の $V_i(t_5)$ 、 $V_i(t_6)$ 、 $V_i'(t_5)$ 、 $V_i'(t_6)$ のA/D変換を順番に行うことができ、A/D変換の順序が素子インピーダンスの検出値に及ぼす影響を少なくする。

【0078】以上説明した本実施形態(2)の処理は、図14乃至図17に示す割込み処理ルーチンに従ってサブマイコン56によって実行される。図14に示す割込み処理ルーチンは、割込み信号が発生する毎に起動される。本ルーチンが起動されると、まずステップ200で、基準時刻か否かを判定し、基準時刻であれば、バッテリー電圧をA/D変換して(ステップ201)、処理カウンタCNTの値に「\$04」を加算し(ステップ202)、2000 μ s後に割込みをセットして(ステップ203)、本ルーチンを終了する。

【0079】基準時刻でなければ、ステップ204に進み、処理カウンタCNTの値が「\$80」より小さいか否かで、現在の処理タイミングが上述したタイミング1(図10)又はタイミング2(図11)に属するか否かを判定する。タイミング1又はタイミング2と判定された場合には、ステップ205に進み、処理カウンタCNTの下位4ビットが「\$4」又は「\$C」か否かで、A

FS'側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングであるか否かを判定し、「Yes」と判定されれば、ステップ206に進み、AFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' を取り込み、これをA/D変換回路57でA/D変換する。この後、ステップ207に進み、AFS'側酸素濃度(素子電流)を算出した後、ステップ208で、このAFS'側酸素濃度をメインマイコン53へ送信した後、処理カウンタCNTの値に「\$02」を加算し(ステップ218)、700 μ s後に割込みをセットして(ステップ219)、本ルーチンを終了する。

【0080】一方、上記ステップ205で、AFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングでないと判定された場合には、ステップ209に進み、処理カウンタCNTの値が「\$06」又は「\$0E」であるか否かで、掃引直前のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングであるか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ210に進み、AFS側素子電流検出用の電圧 V_i を取り込んでA/D変換する。この後、ステップ211で、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を基準電圧(3.3V)から掃引電圧(3.1V)に切り換える掃引処理を実行する。

【0081】この後、ステップ212で、AFS側酸素濃度(素子電流)を算出し、続くステップ213で、このAFS側酸素濃度をメインマイコン53へ送信する。この後、ステップ214で、処理カウンタCNTの現在のカウンタ値に「\$01」を加算して、ステップ215に進み、135 μ s後に割込みをセットし、本ルーチンを終了する。

【0082】一方、上記ステップ209で、掃引直前のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングでないと判定された場合には、ステップ216に進み、処理カウンタCNTの下位4ビットが「\$6」又は「\$E」か否かで、通常時のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ217に進み、AFS側素子電流検出用の電圧 V_i を取り込んでA/D変換する。この後、上述したステップ212~215の処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0083】また、上記ステップ216で、通常時のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングでないと判定された場合は、図15のステップ218に進み、処理カウンタCNTの値が「\$07」か否かで、掃引中のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングであるか否かを判定する。もし、このステップ216で「Yes」と判定されれば、ステップ215に進み、掃引中のAFS側素子電流検出用の電圧 V_i を取り込んでA/D変換する。

【0084】このA/D変換後に、直ちにステップ220に進み、前記実施形態(1)で説明した図7の戻し処理ルーチンを実行し、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を掃引

電圧 (3.1 V) から戻し電圧 (3.5 V) に切り換え、この戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後、基準電圧 (3.3 V) に戻す。戻し処理ルーチン起動後、ステップ 221 に進み、処理カウンタ CNT の現在のカウンタ値に「\$01」を加算して、ステップ 222 に進み、基準時刻の割込みをセットして、本ルーチンを終了する。

【0085】一方、上記ステップ 218 で、掃引中の AFS 側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングでないと判定された場合は、ステップ 223 に進み、処理カウンタ CNT の値が「\$0F」か否かで、掃引中の AFS 側素子印加電圧 V_o の取込みタイミングであるか否かを判定する。もし、掃引中の AFS 側素子印加電圧 V_o の取込みタイミングと判定されれば、ステップ 224 に進み、AFS 側素子印加電圧 V_o を取り込んで A/D 変換する。A/D 変換後に、直ちにステップ 225 に進み、前記図 7 の戻し処理ルーチンを実行し、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を戻し電圧に切り換え、これを掃引時間と同じ時間だけ保持した後、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を基準電圧に戻す。

【0086】戻し処理ルーチンの起動後、ステップ 226 に進み、AFS 側素子インピーダンスを算出し、次のステップ 227 で、この AFS 側素子インピーダンスをメインマイコン 53 へ送信する。その後、ステップ 221、222 で、処理カウンタ CNT の更新と基準時刻の割込みセットを行い、本ルーチンを終了する。

【0087】また、上記ステップ 223 で、掃引中の AFS 側素子印加電圧 V_o の取込みタイミングでないと判定されれば、ステップ 228 に進み、処理カウンタ CNT の下位 4 ビットが「\$7」か否かで、通常時の AFS 側素子印加電圧 V_o の取込みタイミングか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ 229 に進み、AFS 側素子印加電圧 V_o を取り込んで A/D 変換した後、上述したステップ 221、222 の処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0088】また、上記ステップ 228 で、「No」と判定された場合には、ステップ 230 に進み、AFS' 側素子印加電圧 V_o' を取り込んで A/D 変換した後、上述したステップ 221、222 の処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0089】一方、前記図 14 のステップ 204 で、現在の処理タイミングが前述したタイミング 3 (図 12) 又はタイミング 4 (図 13) に属すると判定された場合は、図 16 のステップ 231 に進み、処理カウンタ CNT の下位 4 ビットが「\$4」又は「\$C」であるか否かで、AFS 側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングであるか否かを判定し、「Yes」と判定されれば、ステップ 232 に進み、AFS 側素子電流検出用の電圧 V_i を取り込んで A/D 変換する。この後、ステップ 233 で、AFS 側酸素濃度 (素子電流) を算出した

後、ステップ 233 で、この AFS 側酸素濃度をメインマイコン 53 へ送信した後、処理カウンタ CNT の値に「\$02」を加算し (ステップ 261)、700 μ s 後に割込みをセットして (ステップ 262)、本ルーチンを終了する。

【0090】一方、上記ステップ 231 で、AFS 側素子電流検出用の電圧 V_i の取込みタイミングでないと判定された場合には、ステップ 235 に進み、処理カウンタ CNT の値が「\$86」又は「\$8E」であるか否かで、掃引直前の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ 236 に進み、AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' を取り込んで A/D 変換する。この後、ステップ 237 で、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を基準電圧 (3.3 V) から掃引電圧 (3.1 V) に切り換える掃引処理を実行する。

【0091】この後、ステップ 238 で、AFS' 側酸素濃度 (素子電流) を算出し、続くステップ 239 で、この AFS' 側酸素濃度をメインマイコン 53 へ送信する。この後、ステップ 240 で、処理カウンタ CNT の現在のカウンタ値に「\$01」を加算して、ステップ 241 に進み、135 μ s 後に割込みをセットし、本ルーチンを終了する。

【0092】一方、上述したステップ 235 で、掃引直前の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングでないと判定された場合には、ステップ 242 に進み、処理カウンタ CNT の下位 4 ビットが「\$6」又は「\$E」か否かで、通常時の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ 243 に進み、AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' を取り込んで A/D 変換する。この後、上述したステップ 238 ~ 241 の処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0093】また、上述したステップ 242 で、通常時の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングでないと判定された場合は、図 17 のステップ 244 に進み、処理カウンタ CNT の値が「\$87」か否かで、掃引中の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングであるか否かを判定する。もし、このステップ 244 で「Yes」と判定されれば、ステップ 245 に進み、掃引中の AFS' 側素子電流検出用の電圧 V_i' を取り込んで A/D 変換する。

【0094】この A/D 変換後に、直ちにステップ 246 に進み、前記図 7 の戻し処理ルーチンを実行し、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を掃引電圧 (3.1 V) から戻し電圧 (3.5 V) に切り換え、この戻し電圧を掃引時間と同じ時間だけ保持した後、基準電圧 (3.3 V) に戻す。戻し処理ルーチン起動後、ステップ 247 に進み、処理カウンタ CNT の現在のカウンタ値に「\$01」を加算して、ステップ 248 に進み、基準時刻の割込みを

セットして、本ルーチンを終了する。

【0095】一方、上述したステップ244で、掃引中のAFS'側素子電流検出用の電圧 V_i' の取込みタイミングでないと判定された場合は、ステップ249に進み、処理カウンタCNTの値が「\$8F」か否かで、掃引中のAFS'側素子印加電圧 V_o' の取込みタイミングであるか否かを判定する。もし、掃引中のAFS'側素子印加電圧 V_o' の取込みタイミングと判定されれば、ステップ250に進み、AFS'側素子印加電圧 V_o' を取り込んでA/D変換する。A/D変換後に、直ちにステップ251に進み、前記図7の戻し処理ルーチンを実行し、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を戻し電圧に切り換え、これを掃引時間と同じ時間だけ保持した後、素子印加電圧 V_o 、 V_o' を基準電圧に戻す。

【0096】戻し処理ルーチンの起動後、ステップ252に進み、AFS'側素子インピーダンスを算出した後、ステップ253で、このAFS'側素子インピーダンスをメインマイコン53へ送信する。その後、ステップ247、248で、処理カウンタCNTの更新と基準時刻の割込みセットを行い、本ルーチンを終了する。

【0097】また、上記ステップ249で、掃引中のAFS'側素子印加電圧 V_o' の取込みタイミングでないと判定されれば、ステップ254に進み、処理カウンタCNTの下位4ビットが「\$7」か否かで、通常時のAFS'側素子印加電圧 V_o' の取込みタイミングか否かを判定し、「Yes」であれば、ステップ255に進み、AFS'側素子印加電圧 V_o' を取り込んでA/D変換した後、上述したステップ247、248の処理を行い、本ルーチンを終了する。

【0098】また、上記ステップ254で、「No」と判定された場合には、ステップ256に進み、AFS'側素子印加電圧 V_o を取り込んでA/D変換した後、上述したステップ247、248の処理を行い、本ルーチンを終了する。以上説明した本実施形態(2)においても、前記実施形態(1)と同様の効果を得ることができる。

【0099】尚、上記各実施形態(1)、(2)では、基準時刻にバッテリー電圧(+VB)を取り込むようにしたが、これに代えて、冷却水温、吸気温等の他のセンサ出力を取り込むようにしても良い。また、上記各実施形態(1)、(2)で説明したタイミング以外では、他のセンサ出力のA/D変換のために、A/D変換回路57は使用される。

【0100】また、上記各実施形態(1)、(2)では、サブマイコン56の出力ポートPB20、PB21の出力電圧をハイレベル/ローレベルに切り換えることで、トランジスタTr1、Tr2のオン/オフを切り換えて、素子印加電圧を切り換えるようにしたが、サブマイコン56にD/A変換回路を内蔵又は外付けで設け、このD/A変換回路から素子印加電圧を出力するように

構成しても良い。また、上記各実施形態(1)、(2)では、サブマイコン56にA/D変換回路57を内蔵したが、このA/D変換回路57をサブマイコン56に外付けするようにしても良い。

【0101】また、上記各実施形態(1)、(2)では、素子インピーダンスの検出時に酸素濃度センサのプラス側端子への印加電圧を掃引するようにしたが、マイナス側端子への印加電圧を掃引するようにしても良い。また、検出した素子インピーダンスに基づいて、素子温度を判定する以外に、酸素濃度センサの劣化度合や特性ばらつき等を評価するようにしても良い。

【0102】また、上記各実施形態(1)、(2)では、酸素濃度や素子インピーダンスの算出をサブマイコン56で行うようにしたが、これをメインマイコン53によって行うようにしても良い。或は、メインマイコン53とサブマイコン56との機能を1つのマイクロコンピュータに持たせるようにしても良い。

【0103】また、上記実施形態(2)では、AFS'側素子印加電圧 V_o とAFS'側素子印加電圧 V_o' とが同一であるため、 V_o' のA/D変換タイミングでも V_o のA/D変換を行わずに V_o のA/D変換を行い、 V_o' の代わりに V_o を用いるようにしても良い。このようにすれば、サブマイコン56の入力ポートch21に V_o' を取り込む必要がなくなり、この入力ポートch21を他のセンサ出力等の取り込みに使用することができる。

【0104】その他、本発明は、要求される仕様に応じて酸素濃度の検出周期や素子インピーダンスの検出周期、A/D変換回数、A/D変換タイミングを適宜変更したり、酸素濃度検出システム52のセンサ駆動回路59等の回路構成を適宜変更しても良い等、種々変更して実施できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施形態(1)の酸素濃度検出システムの回路構成を示す電気回路図

【図2】実施形態(1)の素子インピーダンス検出処理の概要を説明するタイミングチャート

【図3】図2中のタイミング1で行う処理を説明するタイミングチャート

【図4】図2中のタイミング2で行う処理を説明するタイミングチャート

【図5】実施形態(1)の割込み処理ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図6】図5の続きのフローチャート

【図7】戻し処理ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図8】本発明の実施形態(2)の酸素濃度検出システムの回路構成を示す電気回路図

【図9】実施形態(2)の素子インピーダンス検出処理の概要を説明するタイミングチャート

【図10】図9中のタイミング1で行う処理を説明するタイミングチャート

【図11】図9中のタイミング2で行う処理を説明するタイミングチャート

【図12】図9中のタイミング3で行う処理を説明するタイミングチャート

【図13】図9中のタイミング4で行う処理を説明するタイミングチャート

【図14】実施形態(2)の割込み処理ルーチンの処理の流れを示すフローチャート

【図15】図14の続きのフローチャート(その1)

【図16】図14の続きのフローチャート(その2)

【図17】図16の続きのフローチャート

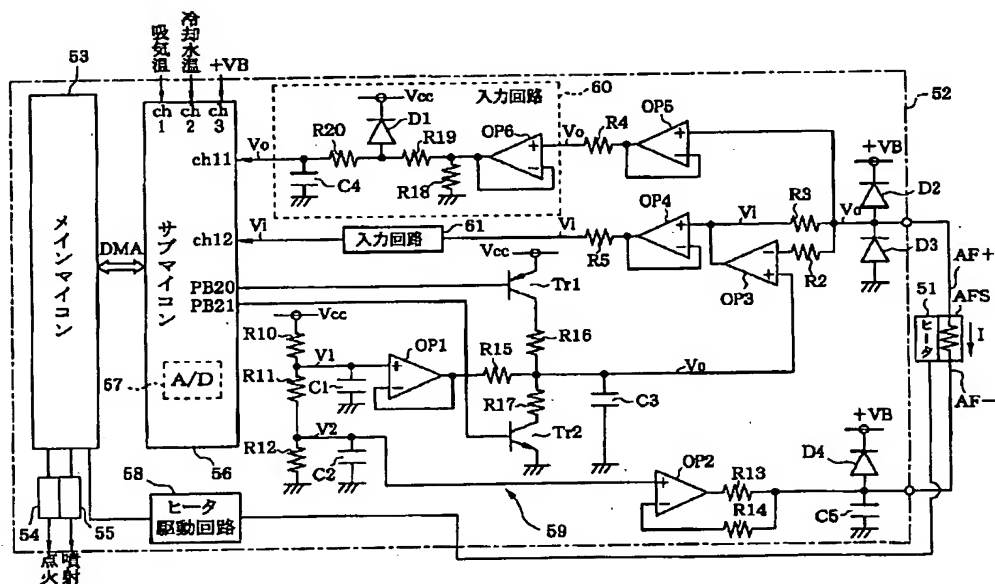
【図18】従来のA/D変換処理を説明するタイミングチャート

【符号の説明】

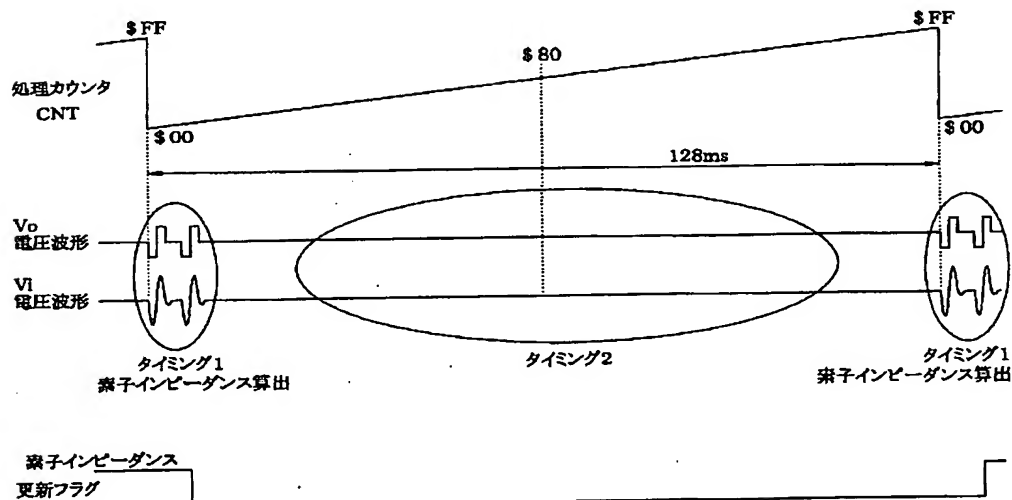
51…ヒータ、52…酸素濃度検出システム、53…メインマイコン、56…サブマイコン(素子インピーダンス算出手段)、57…A/D変換回路(A/D変換手段)、59…センサ駆動回路、AFS、AFS'…酸素濃度センサ。

10

【図1】

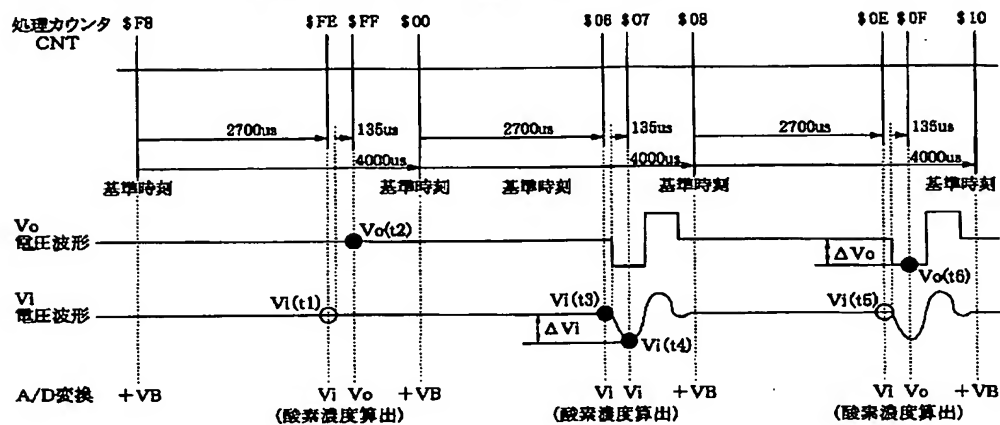


【図2】



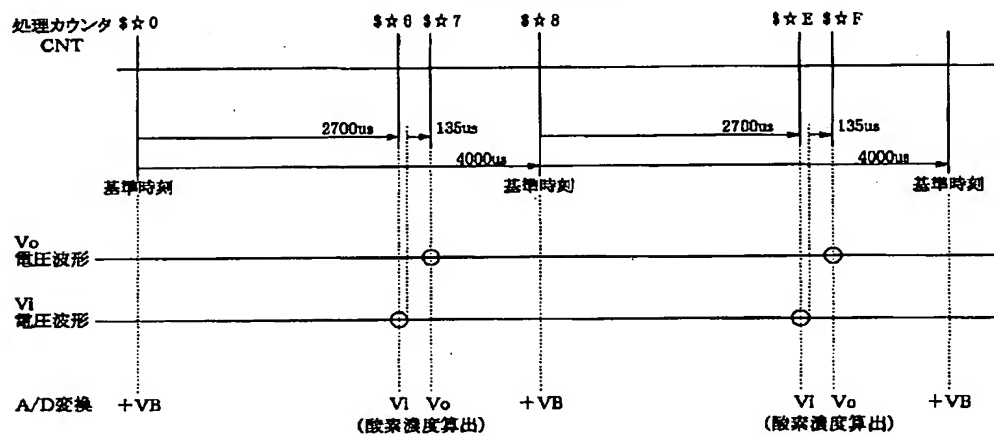
タイミング1の時

(※) 素子インピーダンスは、下記の●の値を用いて算出する。



タイミング2の時

(☆は1～Fのいずれかの数)

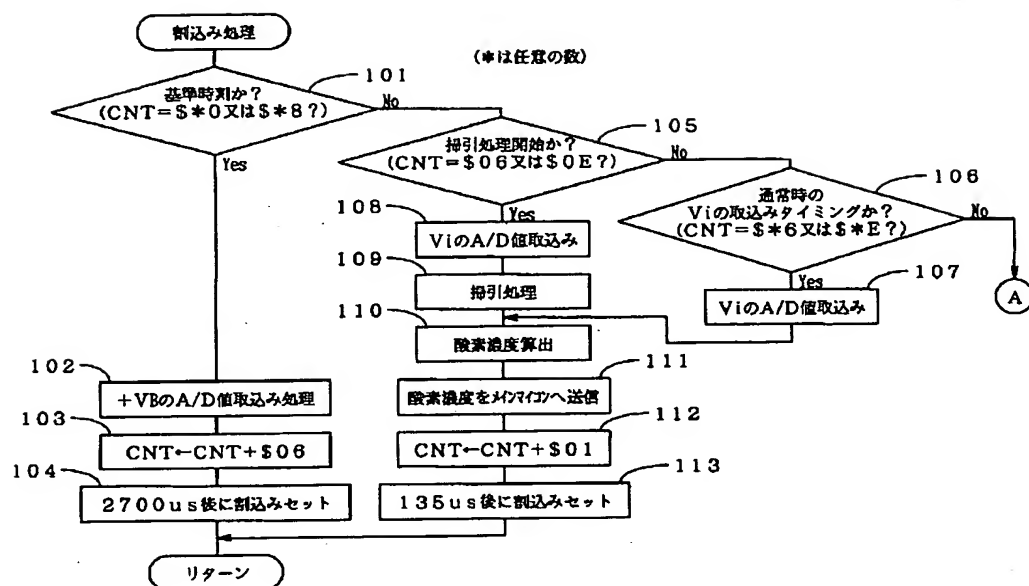


```

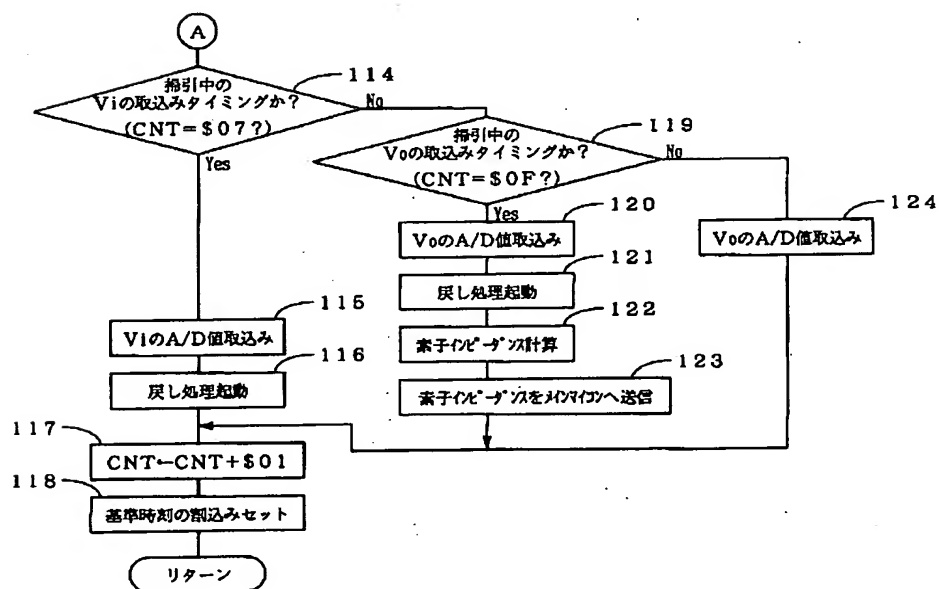
graph TD
    A([戻し処理]) --> B[素子印加電圧V0を戻し電圧に切り換える]
    B --> C{185μs経過したか?}
    C -- No --> B
    C -- Yes --> D[素子印加電圧V0を基準電圧に戻す]
    D --> E([リターン])
  
```

FIG. 10 is a flowchart illustrating the voltage switching process. The process begins with a step labeled "戻し処理" (Return processing). This leads to a step labeled "素子印加電圧V₀を戻し電圧に切り換える" (Switch element applied voltage V₀ to return voltage). Following this, a decision is made: "185μs経過したか?" (Has 185μs elapsed?). If the answer is "No", the process loops back to the switching step. If the answer is "Yes", the process proceeds to a step labeled "素子印加電圧V₀を基準電圧に戻す" (Return element applied voltage V₀ to reference voltage). Finally, the process ends with a step labeled "リターン" (Return).

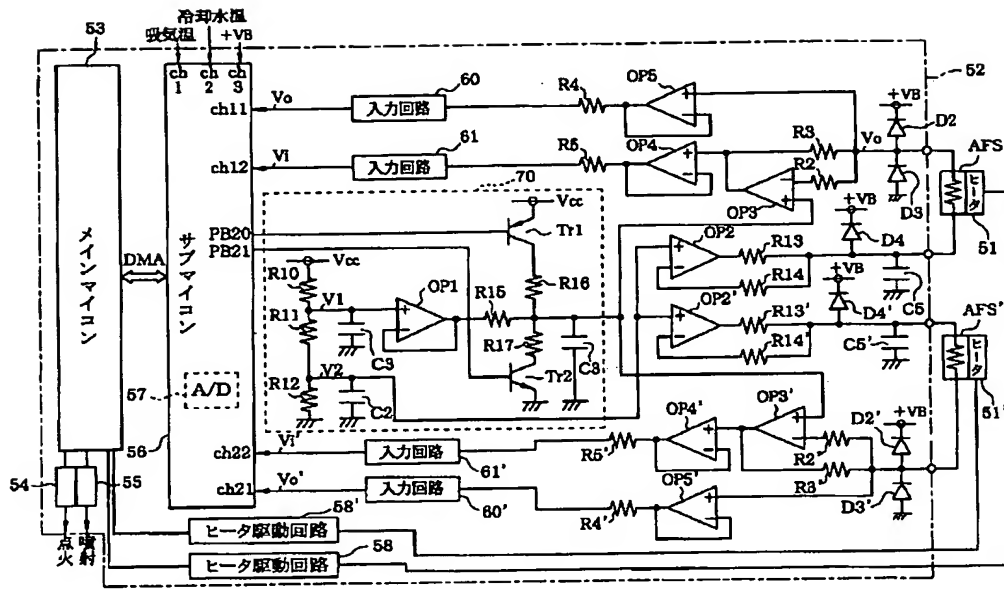
【図5】



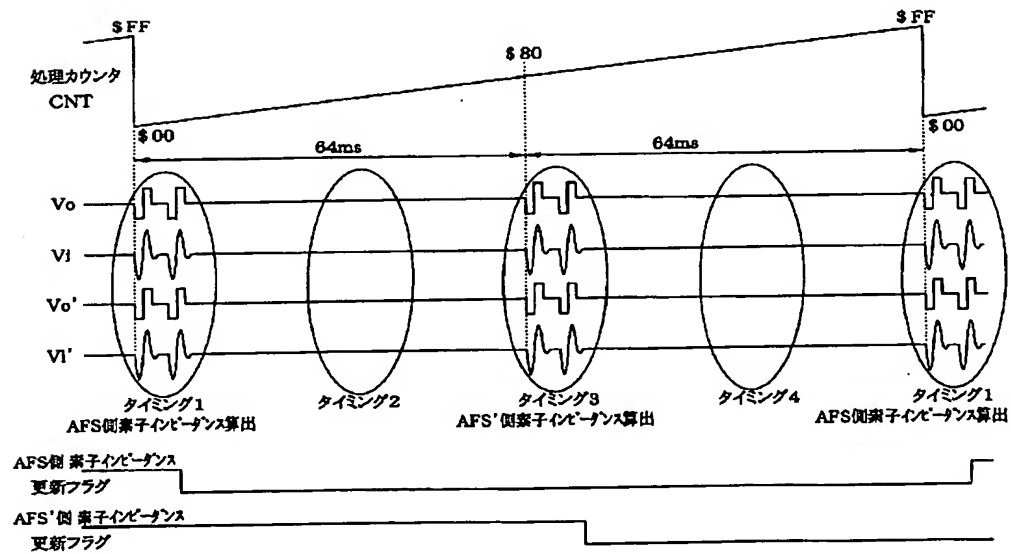
【図6】



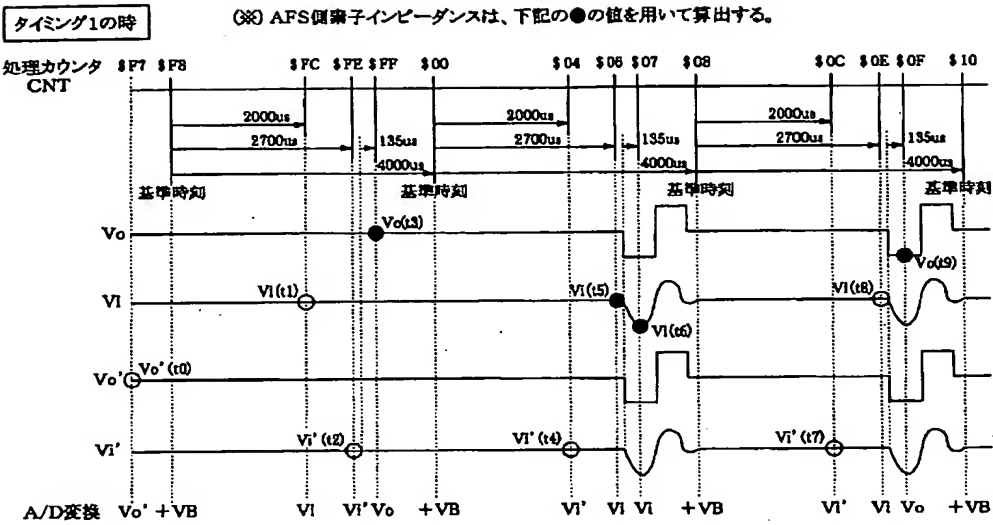
【図 8】



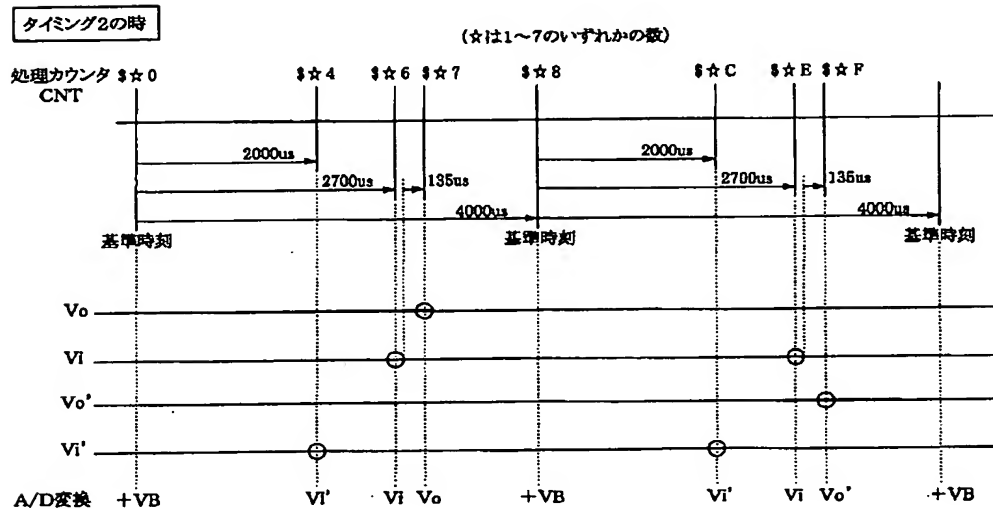
【図 9】



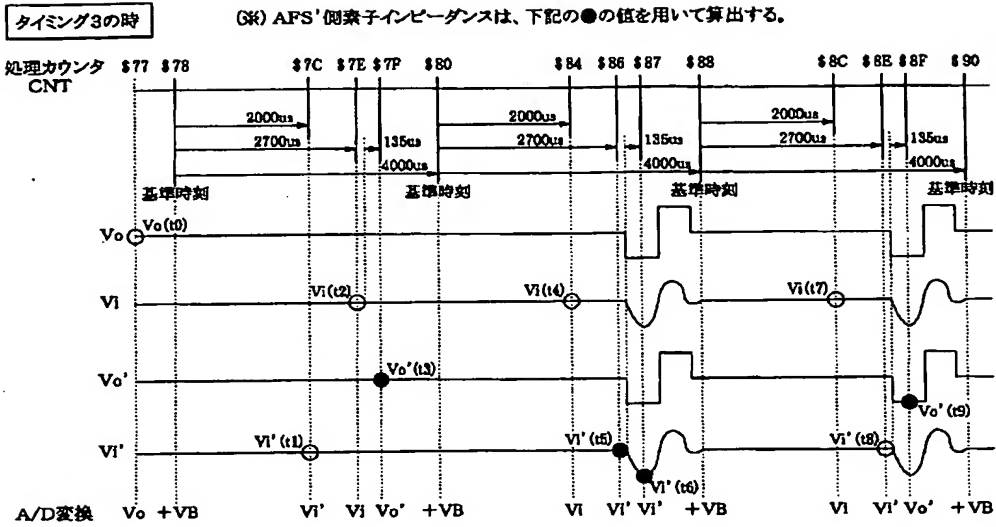
【図 10】



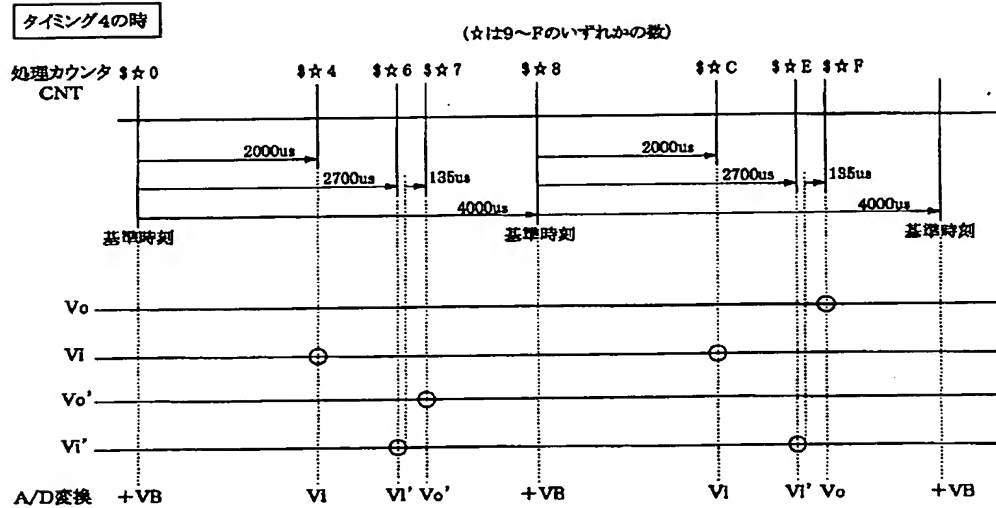
【図 11】



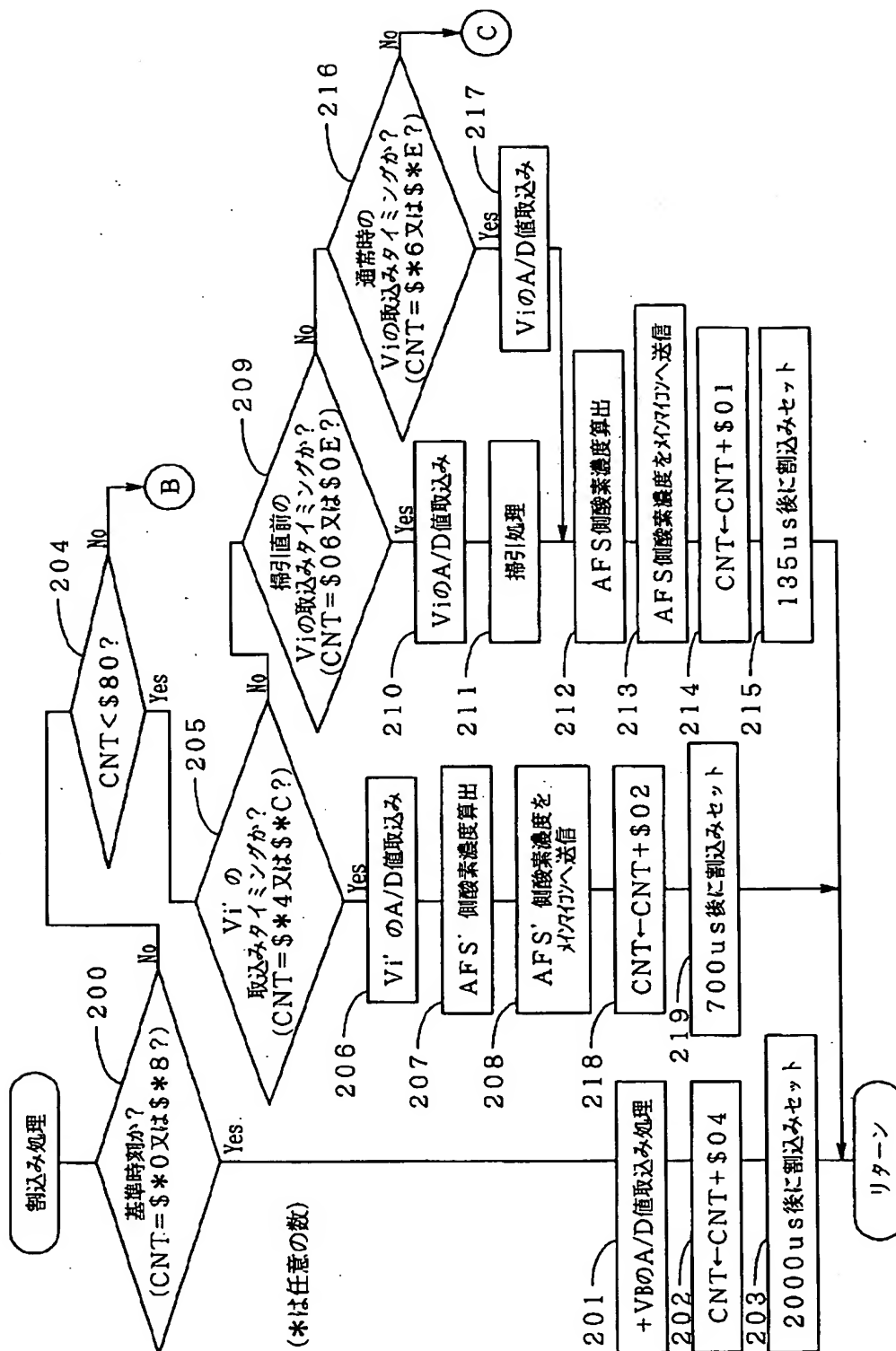
【図 12】



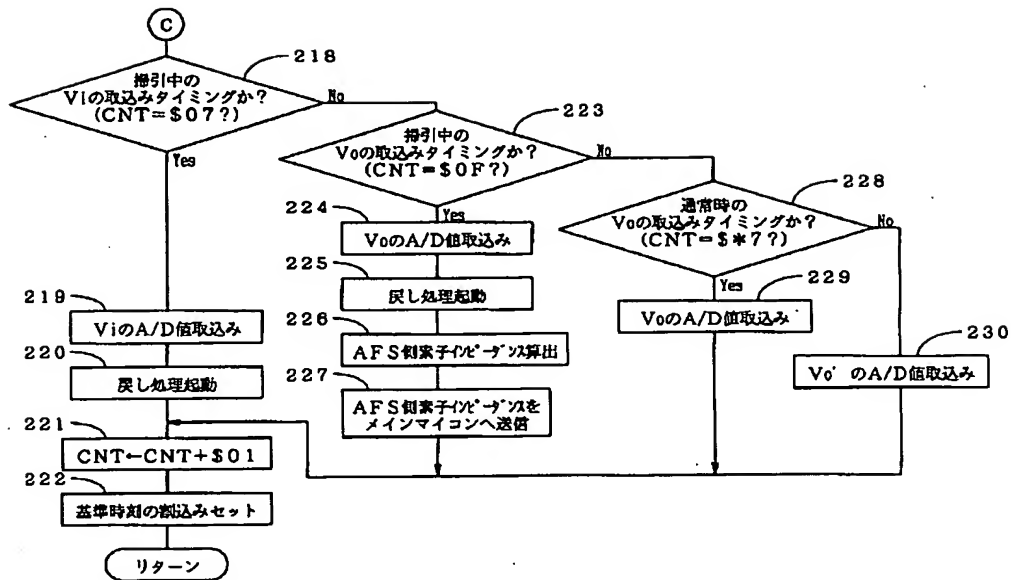
【図 13】



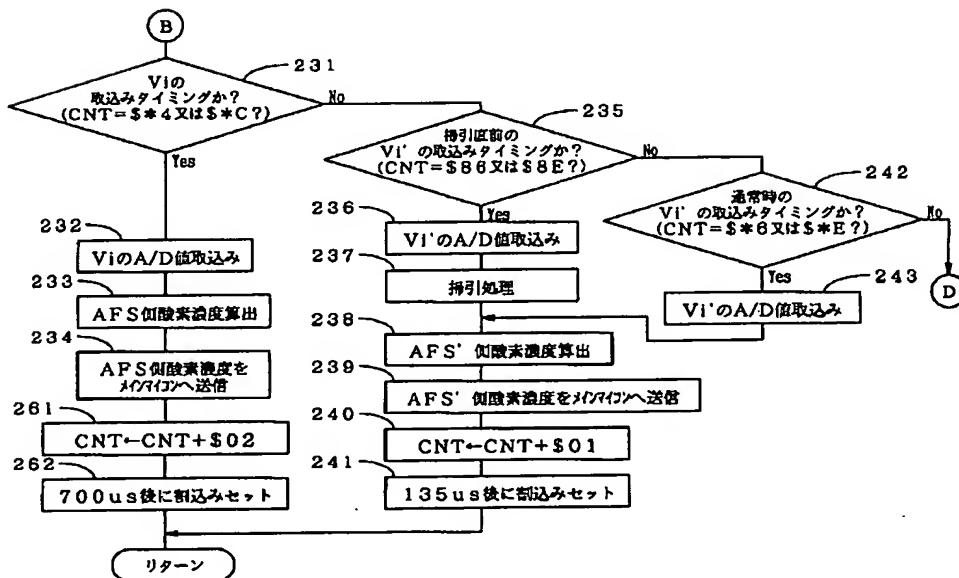
【図14】



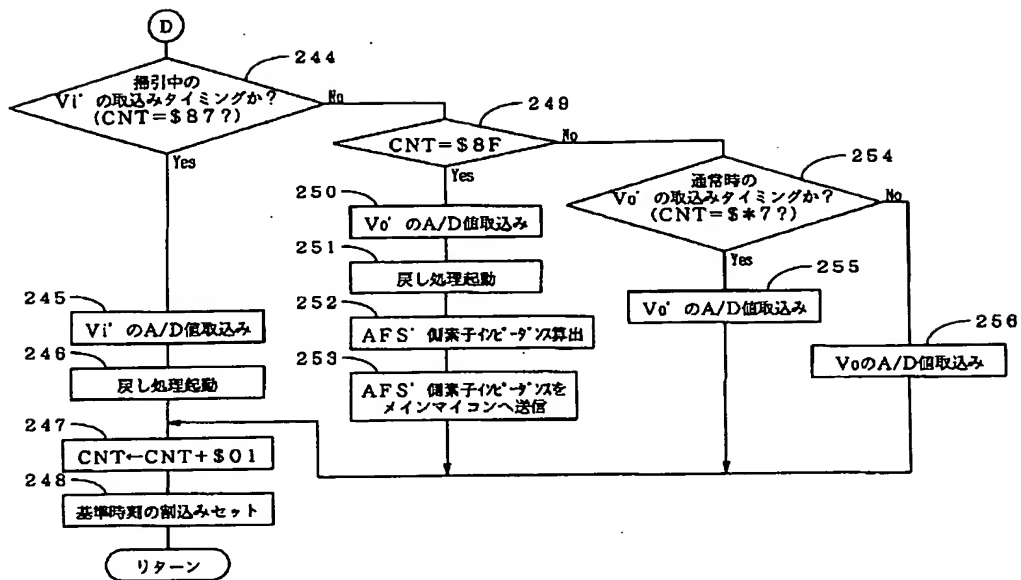
【図15】



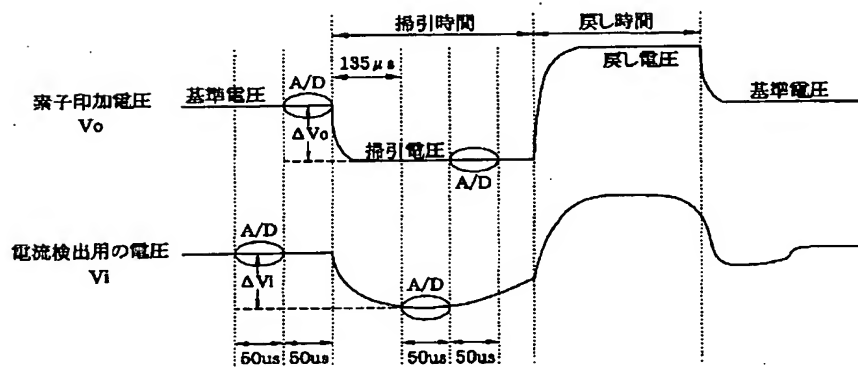
【図16】



【図17】



【図18】



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-028575

(43)Date of publication of application : 28.01.2000

(51)Int.Cl.

G01N 27/41
G01N 27/409

(21)Application number : 10-197174

(71)Applicant : DENSO CORP

(22)Date of filing : 13.07.1998

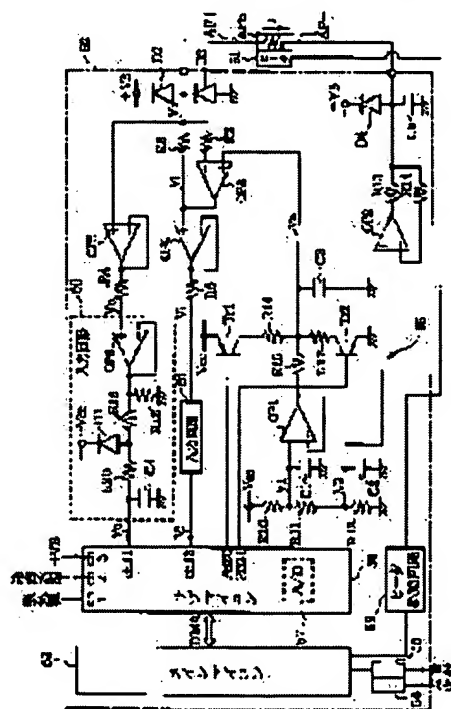
(72)Inventor : HONDA TAKAYOSHI

(54) DETECTOR FOR ELEMENT IMPEDANCE OF OXYGEN CONCENTRATION SENSOR

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To prevent the lowering of detection precision for an oxygen concentration by shortening a time coefficient of an element impressed voltage for detecting an oxygen concentration sensor element impedance.

SOLUTION: A sub-microcomputer 56 conducts at least twice times sweep processing for switching an element impressed voltage V_o from a reference voltage to a sweep voltage, when an element impedance of an oxygen concentration sensor AFS is detected once, and a time coefficient per one time is shortened by A/D-converting only either of the voltage V_o or an element current detecting voltage V_i during one sweep. Since a sensor drive circuit 59 controls the voltage V_o not to vary by an element current (oxygen concentration), even when detection from the voltage V_o and detection for the voltage V_i and carried out by separate sweeps, an detection result substantially same to that in the case, where the detections for these two voltages are conducted during one sweep is provided to detect the element impedance based on the detection result.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.10.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

 CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The oxygen density sensor by which the current according to the oxygen density in detected gas flows for the component to which the electrical potential difference was impressed, the electrical potential difference (henceforth "sweep voltage") for detecting a component impedance for the applied voltage to said component from the electrical potential difference at the time of oxygen density detection (henceforth "reference voltage") -- a switch and electrical-potential-difference change ΔV_o at that time the electrical-potential-difference change ΔV_o Electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change to produce In oxygen density sensor component impedance detection equipment equipped with a component impedance calculation means to compute said component impedance from -- Said component impedance calculation means is oxygen density sensor component impedance detection equipment characterized by performing sweep processing which switches said component applied voltage to said sweep voltage from said reference voltage twice [at least] in detecting said component impedance once.

[Claim 2] It is oxygen density sensor component impedance detection equipment according to claim 1 which is equipped with the A/D-conversion means which carries out A/D conversion of said component applied voltage and the electrical potential difference according to a current, sets up said A/D-conversion means identically in the time of not detecting the count of A/D conversion per fixed period with the time of detecting said component impedance, and is characterized by for said component impedance calculation means to compute said component impedance based on the A/D-conversion result of said A/D-conversion means.

[Claim 3] It has the A/D-conversion means which carries out A/D conversion of said component applied voltage and the electrical potential difference according to a current. Said A/D-conversion means Among the A/D conversion performed two or more times within a predetermined period, at least 1 time of A/D-conversion timing It is set as the period same or or irrespective of [which detects said component impedance] whether detection is carried out. Said component impedance calculation means Oxygen density sensor component impedance detection equipment according to claim 1 characterized by computing said component impedance based on the A/D-conversion result of said A/D-conversion means.

[Claim 4] Said component impedance calculation means is electrical-potential-difference change ΔV_i according to the current change by the sweep. Oxygen density sensor component impedance detection equipment according to claim 2 or 3 characterized by making the A/D conversion of the electrical potential difference of two points for detecting continue.

[Claim 5] after said component impedance calculation means' switching said component applied voltage to said sweep voltage and performing A/D conversion -- promptly -- this component applied voltage -- the electrical potential difference of said reference voltage and said sweep voltage -- the oxygen density sensor component impedance detection equipment according to claim 2 to 4 characterized by returning to said reference voltage after it returned only difference to the opposite hand and only the same time amount as a time coefficient holds a switch and this return electrical potential difference for it on an

electrical potential difference from this reference voltage.

[Claim 6] Said component impedance calculation means is oxygen density sensor component impedance detection equipment according to claim 2 to 5 characterized by making into 1 time A/D conversion about the oxygen density sensor performed during one sweep.

[Claim 7] The component to which the electrical potential difference was impressed is equipped with the oxygen density sensor by which the current according to the oxygen density in detected gas flows. the electrical potential difference for detecting a component impedance for the applied voltage to one terminal of said component from the electrical potential difference at the time of oxygen density detection -- a sweep -- carrying out -- electrical-potential-difference change ΔV_o at that time the electrical-potential-difference change ΔV_o Electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change to produce In the oxygen density sensor component impedance detection equipment which detects said component impedance from -- The terminal of the side which carries out the sweep of said applied voltage among the terminals of said component is oxygen density sensor component impedance detection equipment characterized by connecting with a plus [of a power source], and minus side through diode, respectively.

[Claim 8] The component to which the electrical potential difference was impressed is equipped with the oxygen density sensor by which the current according to the oxygen density in detected gas flows. the electrical potential difference for detecting a component impedance for the applied voltage to one terminal of said component from the electrical potential difference at the time of oxygen density detection -- a sweep -- carrying out -- electrical-potential-difference change ΔV_o at that time the electrical-potential-difference change ΔV_o Electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change to produce In the oxygen density sensor component impedance detection equipment which detects said component impedance from -- The terminal of the side which does not carry out the sweep of said applied voltage among the terminals of said component is oxygen density sensor component impedance detection equipment characterized by connecting with the plus side of a power source through diode.

[Claim 9] The oxygen density sensor by which the current according to the oxygen density in detected gas flows for the component to which the electrical potential difference was impressed, the electrical potential difference (henceforth "sweep voltage") for detecting a component impedance for the applied voltage to said component from the electrical potential difference at the time of oxygen density detection (henceforth "reference voltage") -- a switch and electrical-potential-difference change ΔV_o at that time the electrical-potential-difference change ΔV_o Electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change to produce In oxygen density sensor component impedance detection equipment equipped with a component impedance calculation means to compute said component impedance from -- While said component impedance calculation means performs sweep processing which switches said component applied voltage to said sweep voltage from said reference voltage twice [at least] in detecting said component impedance once Electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change produced by the sweep in the first sweep It detects and is said electrical-potential-difference change ΔV_o by the other sweep. Oxygen density sensor component impedance detection equipment characterized by detecting.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the oxygen density sensor component impedance detection equipment which detects the component impedance of the oxygen density sensor which detects the oxygen density in detected gas.

[0002]

[Description of the Prior Art] An oxygen density sensor detects the oxygen density in exhaust gas, and he is trying to raise the exhaust gas clarification engine performance by the catalyst by carrying out feedback control of the air-fuel ratio of the gaseous mixture inhaled in an engine based on the detection value of this oxygen density sensor by the Air Fuel Ratio Control system of recent years, for example, an automobile. Since an oxygen density sensor has the large temperature dependence of the output voltage, for maintaining the detection precision of an oxygen density good, it needs to keep a chip temperature general to optimal temperature (activity temperature). Therefore, a heater is attached to an oxygen density sensor and there are some which were made to carry out feedback control of the energization to a heater so that generation of heat of this heater might maintain a chip temperature at activity temperature (for example, about 600 degrees C or more). In this system, in order to carry out feedback control of the energization to a heater, it is necessary to detect a chip temperature but, and if a temperature sensor is arranged in an oxygen density sensor, enlargement and a cost rise of an oxygen density sensor will be caused.

[0003] Then, paying attention to the component impedance (component resistance) of an oxygen density sensor changing according to a chip temperature, a component impedance is detected and computing a chip temperature from the component impedance is proposed. They are a switch and electrical-potential-difference change ΔV_o at that time to the electrical potential difference (henceforth "sweep voltage") for detecting a component impedance for the component applied voltage V_o as the technique of detecting a component impedance, from the electrical potential difference at the time of oxygen density detection (henceforth "reference voltage"), as shown in JP,9-292364,A. The electrical-potential-difference change ΔV_o There are some which detect a component impedance from electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change to produce.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] by the way, in the above-mentioned oxygen density sensor system Usually, electrical potential difference V_i for component current detection according to a component current (oxygen density) Component applied voltage V_o Incorporate to a microcomputer through an A/D-conversion circuit with a fixed sampling period (for example, periods of 4ms), and an oxygen density is detected. When detecting a component impedance, as it is shown in drawing 18, it is the component applied voltage V_o . Just before carrying out a sweep to sweep voltage, it is the component applied voltage V_o . Electrical potential difference V_i for current detection A/D conversion is carried out to sequence and they are two electrical potential differences V_o and V_i again during a sweep. A/D conversion is carried out to sequence. Under the present circumstances, if 2 times of A/D

conversion is performed during a sweep in order for 1 time of A/D conversion to take the time amount for 50 microseconds, the A/D-conversion time amount for at least 100 microseconds is needed during a sweep.

[0005] With a actual system, they are V_o and V_i during a sweep. A/D conversion also of the signal of the channel of an except may be carried out, and they are V_o and V_i by the A/D conversion of the signal of the channel of others [under / a sweep]. For a certain reason, that A/D conversion is delayed also needs to secure the time amount for A/D conversion to some extent. Moreover, in order to improve detection responsibility over change of an oxygen density, as for the detection period of an oxygen density, it is desirable to set it as a short period (for example, periods of 4ms).

[0006] Furthermore, since after time coefficient progress completes a component current as a normal state promptly after time coefficient progress -- component applied voltage V_o Returned only difference to the opposite hand from this reference voltage, and it switches to an electrical potential difference. the electrical potential difference of reference voltage and sweep voltage -- When discharge of the charge stored in the capacity component which the component of an oxygen density sensor has during a sweep is promoted, only the same time amount as a time coefficient holds this return electrical potential difference and it finished discharging the charge charge by the capacity component of a component, it is the component applied voltage V_o . He is trying to return to reference voltage. Therefore, they are two electrical potential differences V_o and V_i during a sweep. If A/D conversion sets up a time coefficient for a long time in consideration of being behind with the A/D conversion of the signal of other channels, since it is necessary to return according to it and to also lengthen time amount, it is the component applied voltage V_o after a sweep. Returning to reference voltage becomes still later. For this reason, component applied voltage V_o Before returning and being returned and stabilized in reference voltage from an electrical potential difference, they are the following electrical potential difference V_o and V_i . Electrical potential difference [it] V_i there is a possibility that A/D-conversion timing may come and corresponding to the component current (oxygen density) There is a possibility that it may be undetectable with a sufficient precision, and the problem that the detection precision of an oxygen density falls arises. If a time coefficient is shortened in order to avoid this problem, it will become impossible to perform A/D conversion of the signal of other channels during a sweep.

[0007] This invention is made in consideration of such a situation, therefore the object becomes possible [shortening the time coefficient for detecting the component impedance of an oxygen density sensor], and while being able to detect an oxygen density with a sufficient precision, without being influenced by the sweep, it is in offering the oxygen density sensor component impedance detection equipment which can also perform A/D conversion of the signal used by other control during a sweep.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to attain the above-mentioned object, in detecting a component impedance once, the oxygen density sensor component impedance detection equipment of claim 1 of this invention is made to perform sweep processing which switches component applied voltage to sweep voltage from reference voltage twice [at least]. If it does in this way, it will become possible to perform detection (A/D conversion) of component applied voltage, and detection (A/D conversion) of the electrical potential difference for component current detection to a separate trace interval. In this case, since component applied voltage is controlled not to change with component currents (oxygen density), even if it performs detection of component applied voltage, and detection of the electrical potential difference for component current detection by the separate sweep, during one sweep, the same detection result is substantially obtained with the case where these two electrical potential differences are detected, and a component impedance is detected based on that detection result. Consequently, that what is necessary is just to detect component applied voltage or the electrical potential difference for component current detection during one sweep, that part and a time coefficient can be made shorter than before, and while being able to detect an oxygen density with a sufficient precision, without being influenced by the sweep, A/D conversion of the signal used by other control during a sweep can also be performed.

[0009] In this case, it is good to set up identically the count of A/D conversion per fixed period in the

time of not detecting with the time of detecting a component impedance like claim 2 during one sweep just in consideration of what is necessary being to detect component applied voltage or the electrical potential difference for component current detection. If it does in this way, when detecting a component impedance and it is not necessary to switch the count of A/D conversion, the load of A/D conversion does not change, either, but control of A/D conversion becomes easy.

[0010] Furthermore, as for at least 1 time of A/D-conversion timing, it is desirable like claim 3 to set it as the period same or or irrespective of [which detects said component impedance] whether detection is carried out among the A/D conversion performed two or more times within a predetermined period. In the time of not detecting, if it does in this way, and a component impedance is detected, at least 1 time of A/D-conversion timing does not need to switch, and it becomes easy to control [of A/D-conversion timing] it.

[0011] In this case, electrical-potential-difference change ΔV_i according to a current change according to a sweep like claim 4 Electrical potential difference V_i for component current detection of two points for detecting It is desirable to make A/D conversion continue. That is, electrical potential difference V_i for component current detection Electrical potential difference V_i according to change of the oxygen density in the time amount for the two points concerned by making the A/D conversion of the electrical potential difference V_i for component current detection of two points continue, in order to change with component currents (oxygen density) unlike component applied voltage Electrical-potential-difference change ΔV_i according to a current change can lessen a gap and according to a sweep It is detectable with a sufficient precision.

[0012] after [moreover,] switching component applied voltage to sweep voltage and performing A/D conversion like claim 5 -- promptly -- this component applied voltage -- the electrical potential difference of reference voltage and sweep voltage -- after it returned only difference to the opposite hand and only the same time amount as a time coefficient holds a switch and this return electrical potential difference for it on an electrical potential difference from this reference voltage, you may make it return to reference voltage Since component applied voltage will return from sweep voltage and will be promptly switched to an electrical potential difference when the time amount from sweep initiation to A/D-conversion termination changes, and A/D conversion is ended during a sweep if it does in this way, a time coefficient can be automatically set as the shortest time amount. Therefore, unlike the case where a time coefficient is made into a fixed value, it is not necessary to count upon change of the time amount to A/D-conversion termination beforehand, and to set a time coefficient as longer time amount.

[0013] Moreover, it is good like claim 6 also considering the A/D conversion about the oxygen density sensor performed during one sweep as 1 time. If it does in this way, since the A/D-conversion time amount by one sweep will become short, a time coefficient can be shortened.

[0014] By the way, as shown in JP,9-292364,A mentioned above, the ends child of the component of an oxygen density sensor is connected to a gland side (minus side of a power source) through a capacitor, respectively, and surge absorption and noise rejection are performed by each capacitor. In such circuitry, the effect of the capacity (time constant) of a capacitor becomes large, the provincial accent of the voltage waveform at the time of a sweep becomes large, and the detection precision of a component impedance falls, so that a time coefficient is shortened. But if capacity of a capacitor is made small, the engine performance of surge absorption and noise rejection will fall.

[0015] As this cure, like claim 7, the terminal of the side which carries out the sweep of the applied voltage among the terminals of the component of an oxygen density sensor is connected to a plus [of a power source], and minus side through diode, respectively, and each diode may be made to perform surge absorption and noise rejection. If it does in this way, fully securing the engine performance of surge absorption and noise rejection, the provincial accent of the voltage waveform at the time of a sweep can be suppressed, and shortening of a time coefficient and the improvement in detection precision of a component impedance can be reconciled.

[0016] Moreover, you may make it connect to the plus side of a power source terminal AF- of the side which does not carry out the sweep of the applied voltage among the terminals of the component of an oxygen density sensor through diode like claim 8. If it does in this way, it can prevent that can miss

promptly the electrical potential difference which remained in the terminal AF- side through diode, and an excessive electrical potential difference is built over the component of an oxygen density sensor at the time of power-source OFF.

[0017] Moreover, electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change produced by the sweep in the first sweep while performing sweep processing which switches component applied voltage to sweep voltage from reference voltage twice [at least] in detecting a component impedance once like claim 9 It detects and is electrical-potential-difference change ΔV_o by the other sweep. You may make it detect. That is, electrical-potential-difference change [in the first sweep] ΔV_i according to the current change although effect remains at the time of a sweep, without current change produced by changing component applied voltage becoming fixed immediately after a sweep Electrical-potential-difference change ΔV_i corresponding [without being influenced of current change, if it detects] to current change It is detectable with a sufficient precision.

[0018]

[Embodiment of the Invention] The operation gestalt (1) which applied this invention to the Air Fuel Ratio Control system is explained based on drawing 1 thru/or drawing 7 below [an operation gestalt (1)]. The oxygen density sensor AFS is a limiting current-type oxygen density sensor (air-fuel ratio sensor), is arranged in an engine flueway and generates the limiting current mostly proportional to the oxygen density in exhaust gas (air-fuel ratio). This oxygen density sensor AFS is difficult for activity temperature to maintain an activity temperature requirement only with the heat of exhaust gas high (about 600 degrees C or more) moreover, since the activity temperature requirement is narrow. So, a heater 51 is built in this oxygen density sensor AFS, and feedback control of the energization to a heater 51 is carried out to it so that the chip temperature of the oxygen density sensor AFS may be maintained to an activity temperature requirement by generation of heat of this heater 51. Under the present circumstances, as information on the chip temperature of the oxygen density sensor AFS, as it mentions later, a component impedance is detected.

[0019] Next, based on drawing 1 , the configuration of the oxygen density detection system 52 is explained. A Maine microcomputer (it is written as the "Maine microcomputer" below) 53 is the microcomputer which serves as a subject who controls the whole engine, outputs the ignition command signal and the injection command signal which were calculated according to ignition / injection control program memorized by the ROM (not shown) to an ignition (not shown) and a fuel injection valve (not shown) through the actuation circuits 54 and 55, and controls ignition / injection actuation. The submicrocomputer (it is written as a "submicrocomputer" below) 56 which transmits and receives data by the DMA (Direct Memory Access) method between these Maine microcomputers 53 is connected to this Maine microcomputer 53.

[0020] This submicrocomputer 56 contains the A/D-conversion circuit 57 (A/D-conversion means), carries out A/D conversion of the battery voltage (+VB) incorporated from input port ch1, ch2, and ch3, cooling water temperature, and the intake-air temperature in the A/D-conversion circuit 57, and transmits them to the Maine microcomputer 53. The output ports PB20 and PB21 of this submicrocomputer 56 are the component applied voltage V_o of the oxygen density sensor AFS to the transistors Tr1 and Tr2 of the sensor actuation circuit 59. The signal to switch is outputted.

[0021] This submicrocomputer 56 is performing interruption handling routine of drawing 5 which was memorized by that ROM (storage) and which is mentioned later and drawing 6 . It is the component applied voltage V_o of the oxygen density sensor AFS at a predetermined period (for example, periods of 4ms) from input port ch11 and ch12. Electrical potential difference V_i for component current detection It incorporates. While carrying out A/D conversion of these in the A/D-conversion circuit 57 and computing the oxygen density of exhaust gas based on the A/D-conversion value A line computes the component impedance of the oxygen density sensor AFS for the sweep processing later mentioned with a predetermined period (for example, periods of 128ms) twice, and an oxygen density and a component impedance are transmitted to the Maine microcomputer 53.

[0022] On the other hand, it judges a chip temperature based on the component impedance of the oxygen density sensor AFS transmitted from the submicrocomputer 56, and the Maine microcomputer 53 carries

out feedback control of the energization to a heater 51 through the heater actuation circuit 58 so that this chip temperature may be maintained to an activity temperature requirement (for example, about 600 degrees C or more), while it carries out feedback control of the air-fuel ratio (fuel oil consumption) based on the oxygen density of the exhaust gas transmitted from the submicrocomputer 56.

[0023] Next, component applied voltage V_o of the oxygen density sensor AFS The configuration of the sensor actuation circuit 59 to control is explained. By pressuring supply voltage V_{cc} partially by three resistance R10, R11, and R12, the 1st electrical potential difference V1 (for example, 3.3V) and the 2nd electrical potential difference V2 (for example, 3.0V) are generated, and each [these] electrical potential differences V1 and V2 are inputted into the non-inversed input terminal (+) of operational amplifiers OP1 and OP2, respectively. Between the non-inversed input terminal (+) side of each operational amplifiers OP1 and OP2, and the gland side, the capacitors C1 and C2 for noise rejection are connected, respectively.

[0024] The output terminal of the operational amplifier OP2 into which the 2nd electrical potential difference V2 is inputted is connected to minus side edge child AF- of the oxygen density sensor AFS through resistance R13, and the inversed input terminal (-) of this operational amplifier OP2 is connected to the minus side edge child AF- side of the oxygen density sensor AFS through resistance R14. Thereby, the 2nd electrical potential difference V2 (for example, 3.0V) inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP2 is impressed to minus side edge child AF- of the oxygen density sensor AFS. In addition, between the minus side edge child AF- side of the oxygen density sensor AFS, and a gland side (minus side of a power source), the capacitor C5 for noise rejection and surge absorption is connected, and it is positive voltage V_B of a minus side edge child AF- side and a dc-battery power source. Between sides, the diode D4 for noise rejection and surge absorption is connected.

[0025] On the other hand, the output terminal of the operational amplifier OP1 into which the 1st electrical potential difference V1 is inputted is the electrical potential difference V_o which connects through resistance R15 at the medium node of two resistance R16 and R17, and is produced at this medium node. It is inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP3. One resistance R16 is connected to a supply voltage V_{cc} side through the transistor Tr1 of an PNP mold, and the resistance R17 of another side is connected to the gland side through the transistor Tr2 of an NPN mold. It connects with the output ports PB20 and PB21 of the submicrocomputer 56, and the base of each transistors Tr1 and Tr2 is switching the output voltage of output ports PB20 and PB21 to high level/low level, and switches ON/OFF of transistors Tr1 and Tr2.

[0026] Electrical potential difference V_o The output terminal of the operational amplifier OP3 inputted is connected to plus side edge child AF+ of the oxygen density sensor AFS through the shunt resistance R3, and the inversed input terminal (-) of this operational amplifier OP3 is connected to the plus side edge child AF+ side of the oxygen density sensor AFS through resistance R2. Thereby, the electrical potential difference V_o inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP3 is impressed to plus side edge child AF+ of the oxygen density sensor AFS. This electrical potential difference V_o ON/OFF switches transistors Tr1 and Tr2 as follows.

[0027] Usually, at both the times, two transistors Tr1 and Tr2 are maintained by the OFF state (when not detecting a component impedance). In this condition, since the 1st electrical potential difference V1 (3.3V) outputted from an operational amplifier OP1 is inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP3 as it is, the 1st electrical potential difference V1 is impressed to plus side edge child AF+ of the air-fuel ratio sensor AFS. This 1st electrical potential difference V1 turns into "reference voltage" as used in the field of a claim.

[0028] On the other hand, at the time of a sweep, only the transistor Tr2 by the side of a gland is turned on between two transistors Tr1 and Tr2. In this condition, since the electrical potential difference ($V_{11}^{**} V_a$) which pressured partially the potential difference (namely, the 1st electrical potential difference V1) of the 1st electrical potential difference V1 and ground potential by resistance R15 and resistance R17 is inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP3, an electrical potential difference ($V_{11}^{**} V_a$) only with $** V_a$ lower than the 1st electrical potential

difference V_1 is impressed to plus side edge child AF+ of the air-fuel ratio sensor AFS. This electrical potential difference ($V_{11} \cdot V_a$) turns into "sweep voltage."

[0029] At the time of the return after a sweep, only the transistor Tr1 by the side of supply voltage V_{cc} is turned on between two transistors Tr1 and Tr2. In this condition, since the electrical potential difference ($V_1 \cdot V_b$) which pressured partially the electrical-potential-difference difference ($V_{cc} - V_1$) of supply voltage V_{cc} and the 1st electrical potential difference V_1 by resistance R16 and resistance R15 is inputted into the non-inversed input terminal (+) of an operational amplifier OP3, an electrical potential difference ($V_1 \cdot V_b$) only with V_b higher than the 1st electrical potential difference V_1 is impressed to plus side edge child AF+ of the air-fuel ratio sensor AFS. This electrical potential difference ($V_1 \cdot V_b$) turns into a "return electrical potential difference."

[0030] In addition, with this operation gestalt (1), the resistance of each resistance R15, R16, and R17 is set, for example as 200 ohms, 1.5kohm, and 3.09kohm, respectively. Thereby, to reference voltage ($V_1 = 3.3V$), sweep voltage ($V_{11} \cdot V_a$) is set to 3.1V, and a return electrical potential difference ($V_1 \cdot V_b$) is set to 3.5V. Therefore, both swing width-of-face V_a from reference voltage to sweep voltage and a return electrical potential difference and V_b are set to 0.2V.

[0031] Since the 2nd electrical potential difference V_2 (3.0V) produced at the medium node of resistance R11 and R12 is impressed to minus side edge child AF- of the oxygen density sensor AFS as mentioned above, sometimes, the electrical-potential-difference difference ($V_1 - V_2 = 0.3V$) of the 1st electrical potential difference V_1 and the 2nd electrical potential difference V_2 is usually impressed to the ends of the air-fuel ratio sensor AFS. By this, in the air-fuel ratio sensor AFS, the current according to the oxygen density in exhaust gas will flow.

[0032] In the signal path between the shunt resistance R3 of an operational amplifier OP3, and plus side edge child AF+ of the oxygen density sensor AFS, it is positive voltage V_B of a dc-battery power source. The diodes D2 and D3 for surge absorption and noise rejection are connected to the side and the gland side (minus side), respectively.

[0033] Since the same current as the current I which flows for the component of the oxygen density sensor AFS flows in the shunt resistance R3 of an operational amplifier OP3, the ends potential difference of the shunt resistance R3 serves as a value proportional to the sensor current I . The terminal voltage V_o (V_1 or $V_{11} \cdot V_a$ or $V_1 \cdot V_b$) by the side of the oxygen density sensor AFS of this shunt resistance R3, i.e., the electrical potential difference impressed to plus side edge child AF+ of the oxygen density sensor AFS, is inputted into the input port ch11 of the submicrocomputer 56 through an operational amplifier OP5, resistance R4, and an input circuit 60. Moreover, the terminal voltage V_i (namely, electrical potential difference according to the component current I) of an opposite hand is inputted into the input port ch12 of the submicrocomputer 56 as the air-fuel ratio sensor AFS of the shunt resistance R3 through an operational amplifier OP4, resistance R5, and an input circuit 61.

[0034] The input circuit 60 by the side of input port ch11 is the output voltage V_o of an operational amplifier OP5. The operational amplifier OP6 inputted is built in, the output terminal of this operational amplifier OP6 is connected to input port ch11 through two resistance 19 and 20, and the output terminal of this operational amplifier OP6 is connected to the gland side through the pull down resistor R18. The medium node of two resistance 19 and 20 is connected to a supply voltage V_{cc} (for example, 5V) side through the diode D1 for overvoltage protections, and the capacitor C4 for noise rejection is connected between the input port ch11 side of resistance 20, and the gland side. In addition, the configuration of the input circuit 61 by the side of input port ch12 is also the same configuration as the input circuit 60 by the side of the above-mentioned input port ch11.

[0035] Next, the detection approach of an oxygen density and a component impedance is explained. The detection period of an oxygen density is set as the short period (for example, periods of 4ms), in order to improve detection responsibility over change of the oxygen density of exhaust gas. On the other hand, the detection period of a component impedance is set as the comparatively long period (for example, periods of 128ms) in consideration of change of a chip temperature being looser than change of the oxygen density of exhaust gas (refer to [drawing 2](#)).

[0036] usually, sometimes, it is shown at [drawing 4](#) (when not detecting a component impedance) -- as -

- electrical potential difference V_i for component current detection at the periods of 4ms Component applied voltage V_o It incorporates from the input port ch11 and ch12 of the submicrocomputer 56 in order, and an oxygen density is computed as follows with the submicrocomputer 56. First, electrical potential difference V_i for component current detection Component applied voltage V_o It is the resistance R_s of the shunt resistance R_3 about an electrical-potential-difference difference ($V_i - V_o$). By carrying out division process, the component current I of the oxygen density sensor AFS (limiting current) is computed.

$I = (V_i - V_o) / R_s$ [0037] Then, the oxygen density map which was memorized by ROM (not shown) of the submicrocomputer 56 and which makes the component current I a parameter is searched, and it asks for the oxygen density according to the component current I at that event.

[0038] On the other hand, detection of a component impedance is performed as follows in a cycle of 128ms. As shown in drawing 2, it is in charge of detecting a component impedance once, and it is the component applied voltage V_o . Sweep processing switched to sweep voltage from reference voltage is carried out twice. Furthermore, as shown in drawing 3, during one sweep, it is the component applied voltage V_o . Or electrical potential difference V_i for component current detection A/D conversion only of either is carried out. Moreover, the count of A/D conversion and A/D-conversion timing are set up identically to the time of not detecting it, also when detecting a component impedance (A/D conversion of V_o and V_i is performed twice per 4ms). And electrical potential difference V_i (t_4) for component current detection to under a sweep When carrying out A/D conversion, it is an electrical potential difference V_o . A/D conversion is stopped once and it is an electrical potential difference V_i (t_4) at the timing. A/D conversion is performed. The electrical potential difference V_i (t_3) of two points for this to detect electrical-potential-difference change ΔV_i according to current change ΔI by the sweep, as shown in drawing 3, and V_i (t_4) It is made to perform A/D conversion continuously.

[0039] The component impedance Z is the electrical potential difference V_o (t_2) which carried out A/D conversion to the timing shown in drawing 3 with the submicrocomputer 56, V_i (t_3), V_i (t_4), and V_o (t_6). Resistance R_s of the shunt resistance R_3 It uses and is computed by the degree type.

[0040]

[Equation 1]

$$\begin{aligned}
 Z &= \frac{\Delta V_o}{\Delta I} = \frac{\text{素子印加電圧 } V_o \text{ の変化分}}{\text{通常時の電流} - \text{掃引時の電流}} \\
 &= \frac{V_o(t_2) - V_o(t_6)}{\frac{V_i(t_3) - V_o(t_2)}{R_s} - \frac{V_i(t_4) - V_o(t_6)}{R_s}} \\
 &= \frac{\{V_o(t_2) - V_o(t_6)\} \times R_s}{\{V_i(t_3) - V_o(t_2)\} - \{V_i(t_4) - V_o(t_6)\}} \\
 &= \frac{\{V_o(t_2) - V_o(t_6)\} \times R_s}{\{V_i(t_3) - V_i(t_4)\} - \{V_o(t_2) - V_o(t_6)\}} \\
 &= \frac{\Delta V_o \times R_s}{\Delta V_i - \Delta V_o}
 \end{aligned}$$

但し、 $\Delta V_o = V_o(t_2) - V_o(t_6)$

$\Delta V_i = V_i(t_3) - V_i(t_4)$

[0041] Moreover, component applied voltage V_o (t_2) which carried out A/D conversion before the sweep when detecting the component impedance Z It uses and the component current I (oxygen density) is detected. That is, at the time of the 1st sweep, the component current I serves as $I = \{V_i(t_3) - V_o(t_2)\} / R_s$, and the component current I serves as $I = \{V_i(t_5) - V_o(t_2)\} / R_s$ at the time of the 2nd sweep.

Thereby, the component current I (oxygen density) is detected at 1 time per 4ms of a rate also at the time of component impedance detection.

[0042] In this case, in case the component impedance Z and the component current I are detected, it is the component applied voltage V_o . Electrical potential difference V_i for component current detection in detection timing Although it will separate from detection timing the sensor actuation circuit 59 -- component applied voltage V_o Since it is controlled not to change with component currents I (oxygen density), Component applied voltage V_o Electrical potential difference V_i for component current detection in detection timing Even if it separates at least a few from detection timing, it is the electrical potential difference V_i for component current detection. It is the component applied voltage V_o near the detection timing. The same detection result is substantially obtained with the case where it detects. However, if time amount becomes long, it will be the component applied voltage V_o by the temperature characteristic of resistance R_{10} - R_{17} etc. Since it may shift, sometimes, it is usually the component applied voltage V_o . Electrical potential difference V_i for component current detection A/D conversion is carried out in a cycle of 4ms, and it is the component applied voltage V_o . A detection value is updated.

[0043] By the way, it is the component applied voltage V_o after a sweep. If it switches to reference voltage directly from sweep voltage in case it is made to return to reference voltage, the component current I is the component applied voltage V_o by the effect of the charge stored in the capacity component which the component of the oxygen density sensor AFS has. The peak current is generated immediately after a return and time amount until it converges on the usual current value as a result becomes long.

[0044] in order [then,] to complete the component current I as a normal state promptly after a sweep with this operation gestalt (1) -- after time coefficient progress -- component applied voltage V_o the electrical potential difference of reference voltage and sweep voltage -- by having returned only difference to the opposite hand and switching it to an electrical potential difference from this reference voltage, discharge of the charge in the capacity component of a component is promoted. Furthermore, after only the same time amount as a time coefficient holds a return electrical potential difference, it is the component applied voltage V_o . It is the component applied voltage V_o at the same time it finishes discharging the charge charge by the capacity component of a component by returning to reference voltage. It returns to reference voltage and the component current I is promptly completed as a normal state.

[0045] Processing shown in drawing 2 thru/or drawing 4 explained above is performed with the submicrocomputer 56 according to each routine shown in drawing 5 thru/or drawing 7 , and a role of a component impedance calculation means as used in the field of [with each / these / routine] a claim is played.

[0046] The interruption handling routine shown in drawing 5 is started whenever an interrupt signal occurs. If this routine is started, 4 bits of low order of the processing counter CNT will judge first whether it is criteria time of day by whether it is "\$0" or "\$8" at step 101. Here, as shown in drawing 2 , the processing counter CNT starts [in case / in which the detection period (128ms) of a component impedance is counted / it is the binary counter of 8 figures, for example and a component impedance is detected,] the sweep for detection of the following component impedance, when performing the 1st sweep, and it is cleared by 0 and the value of the processing counter CNT is set to \$FF (that is, 128ms) after that. The class of data which carry out A/D conversion is distinguished by the value of this processing counter CNT.

[0047] If judged with criteria time of day at the above-mentioned step 101, it will progress to step 102, battery voltage (+VB) will be incorporated from the input port ch1 of the submicrocomputer 56, and A/D conversion of this will be carried out in the A/D-conversion circuit 57. Then, only "\$06" makes the current counted value of the processing counter CNT increase at step 103. Electrical potential difference V_i for [by this] component current detection in the value of the processing counter CNT It is updated by the value which directs A/D conversion. Then, electrical potential difference V_i for [in step 104] component current detection to after progress and 2700 microseconds The interruption for incorporating is set and this routine is ended.

[0048] Then, progress of 2700 microseconds starts interrupt processing of this routine again. In this case, since it is judged with "No" at step 101, it progresses to step 105, is whether the value of the processing counter CNT is "\$06" or "\$0E", and judges whether sweep processing is started. the case (in the case [Step 105] of "Yes") where sweep processing is started -- step 108 -- progressing -- electrical potential difference V_i for the component current detection from the input port ch12 of the submicrocomputer 56 It incorporates and A/D conversion of this is carried out in the A/D-conversion circuit 57. Then, it is the component applied voltage V_o at step 109. Sweep processing switched to sweep voltage (3.1V) from reference voltage (3.3V) is performed.

[0049] Then, an oxygen density (component current I) is computed at step 110, and this oxygen density is transmitted to the Maine microcomputer 53 at continuing step 111. Then, only "\$01" makes the current counted value of the processing counter CNT increase at step 112. Thereby, the value of the processing counter CNT is updated by the value which directs the following A/D-conversion timing. Then, at step 113, the interruption for performing A/D conversion is set after 135 microseconds, and this routine is ended.

[0050] the case where it is judged with not starting sweep processing at the above-mentioned step 105 on the other hand -- step 106 -- progressing -- 4 bits of low order of the processing counter CNT -- "\$6" or "\$E" ***** -- electrical potential difference V_i usually for the component current detection at the time It judges whether it is incorporation timing. electrical potential difference V_i usually for the component current detection at the time if judged with incorporation timing -- step 107 -- progressing -- electrical potential difference V_i for the component current detection from the input port ch12 of the submicrocomputer 56 After incorporating and carrying out A/D conversion of this in the A/D-conversion circuit 57, steps 110-113 mentioned above are processed, a series of processings of calculation of an oxygen density (component current I) to an interruption set are performed, and this routine is ended.

[0051] electrical potential difference V_i for [on the other hand] component current detection at step 106 the case where it is judged with it not being incorporation timing -- step 114 of drawing 6 -- progressing -- the value of the processing counter CNT -- electrical potential difference V_i for the component current detection under sweep by whether it is "\$07" It judges whether it is incorporation timing (1st under a sweep). electrical potential difference V_i for the component current detection under sweep if judged with incorporation timing -- step 115 -- progressing -- electrical potential difference V_i for the component current detection from the input port ch12 of the submicrocomputer 56 It incorporates and A/D conversion of this is carried out in the A/D-conversion circuit 57. After A/D conversion, it progresses promptly at step 116, and the return manipulation routine shown in drawing 7 is started.

[0052] this return manipulation routine -- first -- step 131 -- component applied voltage V_o the electrical potential difference of reference voltage (3.3V) and sweep voltage (3.1V) -- from this reference voltage, only difference was returned to the opposite hand and only the same time amount as a time coefficient (this operation gestalt 185 microseconds) holds a switch and this return electrical potential difference on an electrical potential difference (3.5V) (step 132). Then, it progresses to step 133 and is the component applied voltage V_o 185 microseconds after. It returns to reference voltage.

[0053] It progresses to step 117 of drawing 6 after starting of a return manipulation routine, and only "\$01" makes the present counted value of the processing counter CNT increase. Thereby, the value of the processing counter CNT is updated by the value which directs the A/D conversion (criteria time of day) of the following battery voltage. Then, at step 118, interruption of criteria time of day is set and this routine is ended.

[0054] On the other hand, in "No", it progresses to step 119 at said step 114, and the value of the processing counter CNT is the component applied voltage V_o under sweep by whether it is "\$0F". It judges whether it is incorporation timing (2nd under a sweep). if -- component applied voltage V_o under sweep if judged with incorporation timing -- step 120 -- progressing -- the input port ch11 of the submicrocomputer 56 to component applied voltage V_o It incorporates and A/D conversion of this is carried out in the A/D-conversion circuit 57. The return manipulation routine of drawing 7 which progressed promptly after A/D conversion at step 121, and was mentioned above is started, and it is the

component applied voltage V_o . Component applied voltage V_o after it returns and only the same time amount as a time coefficient holds a switch and this on an electrical potential difference It returns to reference voltage.

[0055] After starting of a return manipulation routine, after computing the component impedance Z using the [-one number] type progressed and mentioned above to step 122, this component impedance Z is transmitted to the Maine microcomputer 53 at step 123. Then, at step 117,118, renewal of the processing counter CNT and the interruption set of criteria time of day are performed, and this routine is ended.

[0056] on the other hand -- said step 119 -- the case of "No" -- usually -- the incorporation timing of the component applied voltage V_o at the time -- judging -- step 124 -- progressing -- the input port ch11 of the submicrocomputer 56 to component applied voltage V_o It incorporates and A/D conversion of this is carried out in the A/D-conversion circuit 57. Then, at step 117,118, renewal of the processing counter CNT and the interruption set of criteria time of day are performed, and this routine is ended.

[0057] According to this operation gestalt (1) explained above, are in charge of detecting a component impedance once. Component applied voltage V_o Sweep processing switched to sweep voltage from reference voltage is carried out twice, and it is the component applied voltage V_o during one sweep. Or electrical potential difference V_i for component current detection Since it was made to carry out A/D conversion only of either A time coefficient can be made shorter than before, and while being able to detect an oxygen density with a sufficient precision, without being influenced by the sweep, A/D conversion of the signal of other channels can also be performed during a sweep. However, it cannot be overemphasized that this invention may not be made not to perform A/D conversion of the signal of other channels during a sweep.

[0058] Moreover, with this operation gestalt (1), since the count of A/D conversion and A/D-conversion timing were set up identically to the time of not detecting a component impedance also when detecting a component impedance, when detecting a component impedance, it is not necessary to switch the count of A/D conversion, and A/D-conversion timing, and control of A/D conversion becomes easy.

[0059] And electrical-potential-difference change ΔV_i according to the current change by the sweep Electrical potential difference V_i for component current detection of two points for detecting Since it was made to make A/D conversion continue Electrical potential difference V_i by change of the oxygen density in the time amount for the two points concerned Electrical-potential-difference change ΔV_i according to a current change can lessen a gap and according to a sweep It can detect with a sufficient precision and a component impedance can be detected with a sufficient precision.

[0060] Furthermore, component applied voltage V_o Immediately after switching to sweep voltage and performing A/D conversion, it is this component applied voltage V_o . Since it returns and was made to switch to an electrical potential difference, a time coefficient can be set as the shortest time amount. And after a sweep, since it was made to return to reference voltage after only the same time amount as a time coefficient held the return electrical potential difference, the holding time of a return electrical potential difference can be rationalized according to a time coefficient, and it is the component applied voltage V_o . It can be made to return to reference voltage promptly.

[0061] In addition, at this operation gestalt (1), it is sweep initiation to V_i . Or V_o For 135 microseconds, although time amount until it incorporates set the time coefficient as regularity (185 microseconds) in consideration of the time amount of A/D conversion being 50 microseconds It takes into consideration that the responsibility of a component current changes with component degradation or change of a chip temperature. Sweep initiation to V_i Or V_o According to component degradation or change of a chip temperature, adjustable setting out of the time amount (initiation timing of A/D conversion) until it incorporates is carried out. V_i Or V_o After it returns component applied voltage promptly after A/D conversion and only the same time amount as a time coefficient holds a switch and this return electrical potential difference on an electrical potential difference, you may make it return to reference voltage. If it does in this way, a time coefficient and A/D-conversion timing can be rationalized according to component degradation or change of a chip temperature, a gap of the A/D-conversion value by component degradation or change of a chip temperature can be lessened, and the detection precision of a

component impedance can be improved further. And if component applied voltage is promptly returned from sweep voltage and it is made to switch to an electrical potential difference even when the time amount from sweep initiation to A/D-conversion termination changes when A/D conversion is ended during a sweep, a time coefficient can be automatically set as the shortest time amount. Therefore, unlike the case where a time coefficient is made into a fixed value, it is not necessary to count upon change of the time amount to A/D-conversion termination beforehand, and to set a time coefficient as longer time amount.

[0062] By the way, in the example of circuitry shown in drawing 1, diodes D2 and D3 are used by the following reasons as the surge absorption by the side of plus side edge child AF+ of the oxygen density sensor AFS, and a component for noise rejection. That is, a plus side edge child AF+ side performs a sweep and return processing for component impedance detection. Especially, with this operation gestalt (1), since a time coefficient can be made shorter than before, if the capacitor for surge absorption and noise rejection is connected to a plus side edge child AF+ side, a sweep and the voltage waveform at the time of return will become blunt with the capacity (time constant) of a capacitor, and the detection precision of a component impedance will fall like JP,9-292364,A. But if capacity of a capacitor is made small, the engine performance of surge absorption and noise rejection will fall.

[0063] So, with this operation gestalt (1), diodes D2 and D3 perform surge absorption by the side of plus side edge child AF+, and noise rejection. Thereby, fully securing the engine performance of surge absorption and noise rejection, the provincial accent of a sweep and the voltage waveform at the time of return can be suppressed, and shortening of a time coefficient and the improvement in detection precision of a component impedance can be reconciled.

[0064] On the other hand, the minus side edge child AF- side of the oxygen density sensor AFS should just connect the capacitor C5 for noise rejection and surge absorption between a minus side edge child AF- side and a gland side in order to be fixed to a fixed electrical potential difference (3.0V) and not to change an electrical potential difference suddenly.

[0065] By the way, when the applied voltage to the oxygen density sensor AFS is turned off (at the time of power-source OFF), it is a power source VB. When the electrical potential difference which remained in the plus side edge child AF+ side becomes higher than VB electrical potential difference in the process in which an electrical potential difference falls, it lets diode D2 pass, and it is a power source VB. It is missed at a side. In the minus side edge child AF- side of the oxygen density sensor AFS Since the capacitor C5 is connected, they are a minus side edge child AF- side and a power source VB temporarily. Supposing diode D4 is not connected between sides It will be held and an excessive electrical potential difference will take for the oxygen density sensor AFS the time when the electrical potential difference (especially, charge electrical potential difference of a capacitor C5) which remained in the minus side edge child AF- side at the time of power-source OFF is long.

[0066] On the other hand, at the example of a configuration of drawing 1, they are a minus side edge child AF- side and a power source VB. It lets diode D4 pass for the electrical potential difference which remained in the minus side edge child AF- side at the time of power-source OFF since diode D4 was connected between sides, and is a power source VB. It can prevent that can miss promptly to a side and an excessive electrical potential difference is built over the oxygen density sensor AFS at it. In addition, diode may be used instead of a capacitor C5.

[0067] With the engines (for example, a V type six cylinder engine, V type 8 cylinder engine, etc.) with which the [operation gestalt (2)] above-mentioned implementation gestalt (1) generally has two exhaust pipes although only one oxygen density sensor AFS was connected, an oxygen density sensor is attached for every exhaust pipe. Therefore, in the case of the engine equipped with two oxygen density sensors AFS in this way, it is possible to constitute so that 2 sets of sensor circuits (circuit part except the submicrocomputer 56 and the Maine microcomputer 53) shown in drawing 1 may be prepared corresponding to two oxygen density sensors AFS. However, if it is made such a configuration, the magnitude of a sensor circuit will double [about] to what was shown in drawing 1.

[0068] So, when applying this invention to the system equipped with two oxygen density sensors AFS, it is good to constitute like the operation gestalt (2) shown in drawing 8 thru/or drawing 17. First, the

circuitry of this operation gestalt (2) is explained based on drawing 8 . In drawing 8 , the same sign is attached about the same circuit element as drawing 1 , and the same voltage signal. Moreover, about the circuit element and voltage signal which were added by the same role to drawing 1 , the sign which added "" to the sign used by drawing 1 is attached. Hereafter, a different part from drawing 1 is explained.

[0069] About a sensor circuit (circuit part except the submicrocomputer 56 and the Main microcomputer 53) The part 70 (the component applied voltage V_o and part which switches V_o) enclosed with a dotted line is communalized to two oxygen density sensors AFS and AFS' to drawing 8 . sub -- a microcomputer -- 56 -- two -- a ** -- an output port -- PB -- 20 -- PB -- 21 -- output voltage -- switching -- things -- two -- a ** -- an oxygen density -- a sensor -- AFS -- AFS -- ' -- plus -- a side edge -- a child -- impressing -- an electrical potential difference (component applied voltage) -- V_o -- V_o -- ' - - simultaneous -- switching -- making -- **** . Moreover, the 2nd electrical potential difference V_2 (for example, 3.0V) generated within the common circuit section 70 is impressed to two oxygen density sensors AFS and the minus side edge child of AFS'.

[0070] 2 sets of circuit parts other than common circuit section 70 mentioned above are prepared corresponding to two oxygen density sensors AFS and AFS'. moreover -- sub -- a microcomputer -- 56 - - two -- a ** -- input port -- ch -- 21 -- ch -- 22 -- adding -- having -- two -- a ** -- an oxygen density -- a sensor -- AFS -- AFS -- ' -- a component -- applied voltage -- V_o -- V_o -- ' -- a component -- a current -- detection -- ** -- an electrical potential difference -- V_i -- V_i -- ' -- four -- a ** -- input port -- ch -- 11 -- ch -- 12 -- ch -- 21 -- ch -- 22 -- from -- incorporating -- making -- **** .

[0071] Next, the detection approach of the oxygen density of this operation gestalt (2) and a component impedance is explained. In the following explanation, the component applied voltage V_o of the 1st oxygen density sensor AFS, The electrical potential difference V_i for component current detection, a component impedance, and an oxygen density (component current), respectively The AFS side component applied voltage V_o , The electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection, and the AFS side component impedance, It is written as the AFS side oxygen density (AFS side component current). Component applied-voltage V_o [of 2nd oxygen density sensor AFS'], electrical-potential-difference V_i' for component current detection, a component impedance, and an oxygen density (component current) -- respectively -- AFS -- 'the side component applied voltage V_o ' and AFS -- it is written as 'the electrical potential difference V_i for side component current detection', and the AFS'side component impedance and AFS' side oxygen density (AFS' side component current).

[0072] Although each oxygen density sensor AFS and the detection period of the oxygen density of AFS' are set as 4ms as well as said operation gestalt (1) and the detection period of each oxygen density sensor AFS and the component impedance of AFS' as well as said operation gestalt (1) is set as 128ms, as shown in drawing 9 , detection of each oxygen density sensor AFS and the component impedance of AFS' is performed by turns every 64ms.

[0073] Therefore, with this operation gestalt (2), as shown in drawing 9 , a sweep is performed by a unit of 2 times every 64ms. To the timing 1 (at the time of the AFS side component impedance detection) shown in drawing 9 As shown in drawing 10 , a sweep is carried out twice. As well as said operation gestalt (1) Just before the 1st sweep and during a sweep, the sequence of A/D conversion is replaced so that it may continue twice and A/D conversion of the electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection may be carried out (that is, although the timing of t_3 carries out A/D conversion to the order of $V_i \rightarrow V_i'$). It is after the timing of t_4 $V_i' \rightarrow V_i$. It is the AFS side component applied voltage V_o during the 2nd sweep which carries out A/D conversion to order. A/D conversion is carried out. The AFS side component impedance is V_o (t_3) shown in drawing 10 , V_i (t_5), V_i (t_6), and V_o (t_9). It uses and computes by the same approach as said operation gestalt (1). Also about the AFS side component current (oxygen density), it computes at 1 time per 4ms of a rate by the same approach as said operation gestalt (1).

[0074] this timing 1 -- an AFS' side component current (oxygen density) -- AFS -- whenever it detects 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' -- AFS' -- it computes using side component applied-voltage V_o (to). that is, \$1F timing -- following AFS -- until A/D conversion of

'the side component applied voltage Vo' is carried out -- the value of Vo' (to) -- using -- AFS' -- although a side component current will be computed, since Vo' is an electrical potential difference not changing as said operation gestalt (1) described, it is satisfactory in any way. The AFS side component current is the AFS side component applied voltage Vo of \$FF timing like said operation gestalt (1). It uses. To the timing 1 explained above, A/D conversion for detection of a component impedance and an oxygen density is performed 3 times per 4ms.

[0075] To the timing 2 (usually time **) shown in drawing 9 , as shown in drawing 11 , although A/D conversion of two oxygen density sensors AFS, the electrical potential difference Vi for component current detection of AFS', and Vi' is carried out to sequence, about the component applied voltage Vo and Vo', A/D conversion is carried out in a cycle of 8ms in a cycle of 4ms. Under the present circumstances, by shifting mutually the component applied voltage Vo and the A/D-conversion timing of Vo' for 4ms, timing 2 is also the same with the above-mentioned timing 1, and A/D conversion for detection of an oxygen density is performed 3 times per 4ms. each -- an oxygen density -- a sensor -- AFS -- AFS -- ' -- a component -- a current (oxygen density) -- respectively -- eight -- ms -- a period -- A/D conversion -- having carried out -- a component -- applied voltage -- Vo -- Vo -- ' -- using -- four -- ms -- a period -- computing -- having .

[0076] To the timing 3 (at the time of AFS' side component impedance detection) shown in drawing 9 it is shown in drawing 12 -- as -- a sweep -- 2 times -- carrying out -- just before the 1st sweep and under a sweep -- AFS -- A/D conversion of 'the electrical potential difference Vi for side component current detection' is carried out twice continuously -- as -- the sequence of A/D conversion -- changing (that is, although the timing of t3 carries out A/D conversion to the order of Vi'->Vi) A/D conversion of AFS' side component applied-voltage Vo' is carried out during the 2nd sweep which carries out A/D conversion to the order of Vi ->Vi' after the timing of t4. AFS -- it computes by the same approach as said operation gestalt (1) using 'Vo' (t3), Vi' (t5) and Vi' (t6) which show a side component impedance to drawing 12 , Vo' (t9). Also about an AFS' side component current (oxygen density), it computes at 1 time per 4ms of a rate by the same approach as said operation gestalt (1). The AFS side component current (oxygen density) is the electrical potential difference Vi for the AFS side component current detection. Whenever it detects, it is the AFS side component applied voltage Vo (to). It uses and computes. This timing 3 is also the same with timing 1, and it is carried out for detection of a component impedance and an oxygen density 3 times per 4ms.

[0077] It is only differing in that the sequence of A/D conversion was replaced as compared with the timing 2 (usually time **) which shows the timing 4 (usually time **) shown in drawing 9 and drawing 13 to drawing 11 . That is, the sequence of the A/D conversion of timing 4 shown in drawing 13 to the sequence of the A/D conversion of timing 2 shown in drawing 11 being +VB ->Vi' ->Vi ->Vo ->+VB ->Vi' ->Vi ->Vo' is +VB ->Vi ->Vi' ->Vo' ->+VB ->Vi ->Vi' ->Vo. Thus, Vi (t5) of the place of timing 1 or timing 3, Vi (t6), Vi' (t5), and effect can perform A/D conversion of Vi' (t6) in order, and the sequence of A/D conversion affects the detection value of a component impedance are lessened by replacing the sequence of A/D conversion.

[0078] Processing of this operation gestalt (2) in which it explained above is performed with the submicrocomputer 56 according to the interruption handling routine shown in drawing 14 thru/or drawing 17 . The interruption handling routine shown in drawing 14 is started whenever an interrupt signal occurs. If this routine is started, first, at step 200, it judges whether it is criteria time of day, and if it is criteria time of day, A/D conversion of the battery voltage will be carried out (step 201), "\$04" will be added to the value of the processing counter CNT (step 202), interruption will be set after 2000 microseconds (step 203), and this routine will be ended.

[0079] If it is not criteria time of day, it will progress to step 204 and will judge whether it belongs to the timing 1 (drawing 10) or timing 2 (drawing 11) which the present processing timing mentioned above by whether the value of the processing counter CNT is smaller than "\$80." When judged with timing 1 or timing 2 It progresses to step 205. 4 bits of low order of the processing counter CNT by whether it is "\$4" or "\$C" AFS -- if it judges whether it is the incorporation timing of 'the electrical potential difference Vi for side component current detection' and is judged with "Yes" -- step 206 -- progressing --

AFS -- 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' is incorporated, and A/D conversion of this is carried out in the A/D-conversion circuit 57. then, the step 208 after progressing to step 207 and computing an AFS' side oxygen density (component current) -- this AFS' -- after transmitting a side oxygen density to the Maine microcomputer 53, "\$02" is added to the value of the processing counter CNT (step 218), interruption is set after 700 microseconds (step 219), and this routine is ended.

[0080] on the other hand -- the above-mentioned step 205 -- AFS, when judged with it not being the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' Progress to step 209 and by whether the value of the processing counter CNT is "\$06" or "\$0E" Electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection in front of a sweep If it is "Yes", it judges whether it is incorporation timing, and it progresses to step 210, and is the electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection. A/D conversion is incorporated and carried out. Then, sweep processing which switches the component applied voltage V_o and V_o' to sweep voltage (3.1V) from reference voltage (3.3V) is performed at step 211.

[0081] Then, the AFS side oxygen density (component current) is computed at step 212, and this AFS side oxygen density is transmitted to the Maine microcomputer 53 at continuing step 213. Then, at step 214, "\$01" is added to the current counted value of the processing counter CNT, it progresses to step 215, interruption is set after 135 microseconds, and this routine is ended.

[0082] On the other hand, when judged with it not being the incorporation timing of the electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection in front of a sweep at the above-mentioned step 209 It progresses to step 216. 4 bits of low order of the processing counter CNT by whether it is "\$6" or "\$E" Usually, electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection at the time If it is "Yes", it judges whether it is incorporation timing, and it progresses to step 217, and is the electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection. A/D conversion is incorporated and carried out. Then, steps 212-215 mentioned above are processed, and this routine is ended.

[0083] Moreover, electrical potential difference V_i usually for the AFS side component current detection at the time at the above-mentioned step 216 When judged with it not being incorporation timing, it progresses to step 218 of [drawing 15](#) , and the value of the processing counter CNT is about whether it is "\$07", and it is the electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection under sweep. It judges whether it is incorporation timing. supposing it is judged with "Yes" at this step 216 -- step 115 -- progressing -- electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection under sweep A/D conversion is incorporated and carried out.

[0084] After progressing to step 220 promptly, performing the return manipulation routine of [drawing 7](#) explained with said operation gestalt (1), returning the component applied voltage V_o and V_o' from sweep voltage (3.1V) after this A/D conversion and only the same time amount as a time coefficient holding a switch and this return electrical potential difference on an electrical potential difference (3.5V), it returns to reference voltage (3.3V). It progresses to step 221 after return manipulation-routine starting, and "\$01" is added to the current counted value of the processing counter CNT, it progresses to step 222, interruption of criteria time of day is set, and this routine is ended.

[0085] Electrical potential difference V_i for [on the other hand] the AFS side component current detection under sweep at the above-mentioned step 218 When judged with it not being incorporation timing, it progresses to step 223 and the value of the processing counter CNT is about whether it is "\$0F", and it is the AFS side component applied voltage V_o under sweep. It judges whether it is incorporation timing. It is the AFS side component applied voltage V_o under sweep. If judged with incorporation timing, it will progress to step 224 and will be the AFS side component applied voltage V_o . A/D conversion is incorporated and carried out. After progressing to step 225 promptly, performing the return manipulation routine of said [drawing 7](#) , returning the component applied voltage V_o and V_o' after A/D conversion and only the same time amount as a time coefficient holding a switch and this on an electrical potential difference, component applied-voltage V_o V_o' is returned to reference voltage.

[0086] It progresses to step 226 after starting of a return manipulation routine, the AFS side component

impedance is computed, and this AFS side component impedance is transmitted to the Maine microcomputer 53 at the following step 227. Then, at step 221,222, renewal of the processing counter CNT and the interruption set of criteria time of day are performed, and this routine is ended.

[0087] Moreover, it is the AFS side component applied voltage V_o under sweep at the above-mentioned step 223. If judged with it not being incorporation timing, it will progress to step 228. 4 bits of low order of the processing counter CNT by whether it is "\$7" Usually, the AFS side component applied voltage V_o at the time If it is "Yes", it judges whether it is incorporation timing, and it progresses to step 229, and is the AFS side component applied voltage V_o . After incorporating and carrying out A/D conversion, step 221,222 mentioned above is processed and this routine is ended.

[0088] Moreover, at the above-mentioned step 228, when judged with "No", it progresses to step 230, and after incorporating and carrying out A/D conversion of AFS' side component applied-voltage V_o' , step 221,222 mentioned above is processed and this routine is ended.

[0089] On the other hand, at step 204 of said drawing 14, to the timing 3 (drawing 12) or timing 4 (drawing 13) which the present processing timing mentioned above a group, then when it is judged Progress to step 231 of drawing 16 and by whether 4 bits of low order of the processing counter CNT are "\$4" or "\$C" electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection if it judges whether it is incorporation timing and is judged with "Yes" -- step 232 -- progressing -- electrical potential difference V_i for the AFS side component current detection A/D conversion is incorporated and carried out. Then, at step 233, after computing the AFS side oxygen density (component current) and transmitting this AFS side oxygen density to the Maine microcomputer 53 at step 233, "\$02" is added to the value of the processing counter CNT (step 261), interruption is set after 700 microseconds (step 262), and this routine is ended.

[0090] Electrical potential difference V_i for [on the other hand] the AFS side component current detection at the above-mentioned step 231 When judged with it not being incorporation timing Progress to step 235 and by whether the value of the processing counter CNT is "\$86" or "\$8E" AFS in front of a sweep -- if it judges whether it is the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' and is "Yes" -- step 236 -- progressing -- AFS -- A/D conversion of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' is incorporated and carried out. Then, sweep processing which switches the component applied voltage V_o and V_o' to sweep voltage (3.1V) from reference voltage (3.3V) is performed at step 237.

[0091] then, the step 239 which computes an AFS' side oxygen density (component current), and continues at step 238 -- this AFS' -- a side oxygen density is transmitted to the Maine microcomputer 53. Then, at step 240, "\$01" is added to the current counted value of the processing counter CNT, it progresses to step 241, interruption is set after 135 microseconds, and this routine is ended.

[0092] step 235 mentioned above on the other hand -- AFS in front of a sweep, when judged with it not being the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' It progresses to step 242. 4 bits of low order of the processing counter CNT by whether it is "\$6" or "\$E" usually, AFS at the time -- if it judges whether it is the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' and is "Yes" -- step 243 -- progressing -- AFS -- A/D conversion of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' is incorporated and carried out. Then, steps 238-241 mentioned above are processed, and this routine is ended.

[0093] moreover, the step 242 mentioned above -- usually -- AFS at the time -- the case where it is judged with it not being the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' -- step 244 of drawing 17 -- progressing -- the value of the processing counter CNT -- "\$87" ***** -- it is -- AFS under sweep -- it judges whether it is the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection'. supposing it is judged with "Yes" at this step 244 -- step 245 -- progressing -- AFS under sweep -- A/D conversion of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' is incorporated and carried out.

[0094] After progressing to step 246 promptly, performing the return manipulation routine of said

drawing 7 , returning the component applied voltage V_o and V_o' from sweep voltage (3.1V) after this A/D conversion and only the same time amount as a time coefficient holding a switch and this return electrical potential difference on an electrical potential difference (3.5V), it returns to reference voltage (3.3V). It progresses to step 247 after return manipulation-routine starting, and "\$01" is added to the current counted value of the processing counter CNT, it progresses to step 248, interruption of criteria time of day is set, and this routine is ended.

[0095] step 244 mentioned above on the other hand -- AFS under sweep -- the case where it is judged with it not being the incorporation timing of 'the electrical potential difference V_i for side component current detection' -- step 249 -- progressing -- the value of the processing counter CNT -- "\$8F" ***** -- it is -- AFS under sweep -- it judges whether it is the incorporation timing of 'the side component applied voltage V_o' '. If judged with the incorporation timing of AFS' side component applied-voltage V_o' under sweep, it will progress to step 250, and A/D conversion of AFS' side component applied-voltage V_o' will be incorporated and carried out. After progressing to step 251 promptly, performing the return manipulation routine of said drawing 7 , returning the component applied voltage V_o and V_o' after A/D conversion and only the same time amount as a time coefficient holding a switch and this on an electrical potential difference, component applied-voltage V_o V_o' is returned to reference voltage.

[0096] the step 253 after progressing to step 252 after starting of a return manipulation routine and computing an AFS' side component impedance -- this AFS' -- a side component impedance is transmitted to the Maine microcomputer 53. Then, at step 247,248, renewal of the processing counter CNT and the interruption set of criteria time of day are performed, and this routine is ended.

[0097] If judged with it not being the incorporation timing of AFS' side component applied-voltage V_o' under sweep at the above-mentioned step 249, it will progress to step 254. 4 bits of low order of the processing counter CNT moreover, by whether it is "\$7" usually, AFS at the time -- if it judges whether it is the incorporation timing of 'the side component applied voltage V_o' and is "Yes" -- step 255 -- progressing -- AFS -- after incorporating and carrying out A/D conversion of 'the side component applied voltage V_o' ', step 247,248 mentioned above is processed and this routine is ended.

[0098] moreover -- the case where it is judged with "No" at the above-mentioned step 254 -- step 256 -- progressing -- the AFS side component applied voltage V_o After incorporating and carrying out A/D conversion, step 247,248 mentioned above is processed and this routine is ended. Also in this operation gestalt (2) explained above, the same effectiveness as said operation gestalt (1) can be acquired.

[0099] In addition, although battery voltage (+VB) was incorporated at criteria time of day, it replaces with this and you may make it incorporate other sensor outputs, such as cooling water temperature and an intake-air temperature, in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2). Moreover, except the timing explained by each above-mentioned operation gestalt (1) and (2), the A/D-conversion circuit 57 is used for the A/D conversion of other sensor outputs.

[0100] Moreover, a D/A conversion circuit may be prepared in the submicrocomputer 56 by built-in or external, and although ON/OFF of transistors Tr1 and Tr2 are switched and component applied voltage was switched by switching the output voltage of the output ports PB20 and PB21 of the submicrocomputer 56 to high level/low level, you may constitute from each above-mentioned operation gestalt (1) and (2) so that component applied voltage may be outputted from this D/A conversion circuit. Moreover, in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2), although the A/D-conversion circuit 57 was built in the submicrocomputer 56, it may be made to carry out external [of this A/D-conversion circuit 57] to the submicrocomputer 56.

[0101] Moreover, in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2), although it was made to carry out the sweep of the applied voltage to the plus side edge child of an oxygen density sensor at the time of detection of a component impedance, it may be made to carry out the sweep of the applied voltage to a minus side edge child. Moreover, you may make it evaluate a degradation degree, property dispersion, etc. of an oxygen density sensor based on the detected component impedance besides judging a chip temperature.

[0102] Moreover, in each above-mentioned operation gestalt (1) and (2), although the submicrocomputer 56 was made to perform calculation of an oxygen density or a component

impedance, the Maine microcomputer 53 may be made to perform this. Or you may make it give the function of the Maine microcomputer 53 and the submicrocomputer 56 to one microcomputer.

[0103] moreover -- the above-mentioned operation gestalt (2) -- the AFS side component applied voltage V_o AFS' -- the ** to which side component applied-voltage V_o' does not perform A/D conversion of V_o' for the A/D-conversion timing of V_o' , either, since it is the same -- V_o A/D conversion -- carrying out -- instead of [of V_o'] -- V_o You may make it use. If it does in this way, it becomes unnecessary to incorporate V_o' to the input port ch21 of the submicrocomputer 56, and this input port ch21 can be used for incorporation of other sensor outputs etc.

[0104] In addition, it changes variously that the detection period of an oxygen density, the detection period of a component impedance, the count of A/D conversion, and A/D-conversion timing may be changed suitably, or the circuitry of the sensor actuation circuit 59 grade of the oxygen density detection system 52 may be suitably changed according to the specification demanded etc., and this invention can carry out it. [you]

[Translation done.]